10 Jahre

Pflanzenschutz Berichte

Herausgegeben von der

Bundesanstalt für Pflanzenschutz Wien

Schriftleiter:

Dr. FERDINAND BERAN, Wien

XIX. Band, 1957 (Jubiläumsheft)

Im Selbstverlag der Bundesanstalt für Pflanzenschutz

Wien

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
15 JUL 1957

„Billwärder" TOXAPHEN-Präparate

Keine Geschmacks- und Geruchsbeeinflussung

Langanhaltende Dauerwirkung gegen Kohlschotenrüßler, Rapsglanzkäfer, Kartoffelkäfer, zottiger Blütenkäfer, Schädlinge bei Klee, Luzerne, im Feldgemüsebau und anderen gärtnerischen und landwirtschaftlichen Kulturen

„Billwärder" TOXAPHEN-Emulsion *Amtl. Pfl.-Reg. Nr. 552*
Bienenungefährlich und daher auch in blühende Bestände ohne Bienengefährdung anwendbar

„Billwärder" TOXAPHEN-Staub *Amtl. Pfl.-Reg. Nr. 554*
für Bienen mindergefährlich

CHEMISCHE FABRIK BILLWÄRDER A. G.
HAMBURG 48
Gegründet 1846
Alleinvertretung für Österreich:
„BIRUPHA" Ges. m. b. H., Wien III., Tel. 72 58 40, 46 31 87

Wir empfehlen unsere Pflanzenschutzgeräte, welche von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz geprüft wurden:

Motorbaumspritze Type **„DK 100"**
Universal-Pflanzenschutz-Motorspritze
Type **„DK 202"**
Einmann-Sprühgerät **„Sprühteufel"**
Anbaugerät für Traktoren Type **„Konzentrator"**
Motorbaumspritze Type **„PP 300"**

Bitte fordern Sie ausführliche Prospekte und Angebote an

Konrad Rosenbauer K. G.
Linz, Raimundstr. 5, Tel. 23675-77, Wien, Graz, Klagenfurt, Bregenz

10 Jahre „Pflanzenschutzberichte" 1947 – 1957

Herausgegeben von der
Bundesanstalt für Pflanzenschutz
Wien

Schriftleiter:
Dr. FERDINAND BERAN, Wien

XIX. Band, 1957 (Jubiläumsheft)

Im Selbstverlag der Bundesanstalt für Pflanzenschutz
Wien

Inhalt:

Geleitwort Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft Ökonomierat Franz Thoma.

Geleitwort Sektionschef Dr. Dipl.-Ing. Rudolf Leopold.

Geleitwort Direktor Dr. Dipl.-Ing. Ferdinand Beran.

Ernst Gäumann und Stephi Naef-Roth: Über die Toxine der *Endothia parasitica* (Murr.) And.

Kurt Lohwag: Moderfäule.

H. Drees und W. Herfs: Die Polyphagie des Nelkenwicklers *Tortrix pronubana* Hb. im Hinblick auf seine Einbürgerungsmöglichkeit in Mitteleuropa.

Gudo Dosse: Vergleichende Untersuchungen an *Brevipalpus phoenicis* Geijskes und *Br. inornatus* Banks *(Acar., Phytoptipalpidae).*

Jiři Zahradnik: Neue Schildlausfunde in den Gewächshäusern der Tschechoslowakei.

J. Franz: Die biologische Schädlingsbekämpfung in Kanada — Eindrücke von einer Studienreise.

H. Linser und W. Beck: Zur Frage der Beeinflussung des Geschmacks von Speisekartoffeln durch moderne Kartoffelkäfer-Bekämpfungsmittel.

Walter Faber: Zur Kenntnis einer schwarzen Mutante des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Untersuchungen zur Vererbungsbiologie und histologische Untersuchungen am Integument.

Otto Böhm: Über Schnecken und Schneckenbekämpfung.

10 Jahre „Pflanzenschutzberichte" 1947 - 1957

Als die Bundesanstalt für Pflanzenschutz im Jahre 1947 daran ging, die Ergebnisse ihrer wissenschaftlichen Arbeiten in einem regelmäßig erscheinenden Publikationsorgan zu veröffentlichen, so bedeutete dies zu dieser Zeit insoferne ein Wagnis, als nicht vorauszusehen war, ob es der Anstalt gelingen werde, trotz der arbeitsmäßigen Belastung, die der Wiederaufbau des Institutes und der so notwendige Ausbau des Österreichischen Pflanzenschutzdienstes mit sich brachten, ihre fachwissenschaftliche Tätigkeit so zu entfalten, daß es einer eigenen Zeitschrift bedarf, die Arbeitsergebnisse zu publizieren. Die Resonanz, welche die Zeitschrift in der internationalen Fachwelt gefunden hat, und die Tatsache des zehnjährigen Erscheinungsjubiläums beweisen, daß es die Leitung der Bundesanstalt für Pflanzenschutz verstanden hat, trotz der vielfältigen Aufgaben der Anstalt auch die wissenschaftliche Arbeit auf einem Stand zu halten, der nicht nur die Aufrechterhaltung der Zeitschrift, sondern deren Ausweitung gestattete und rechtfertigte.

Wenn die landwirtschaftliche Produktion in den Jahren seit Kriegsende eine stetige Steigerung erfuhr, so war hiefür ein gut funktionierender Pflanzenschutz, mit einer intensiven Pflanzenschutzforschung als Grundlage, die Voraussetzung. Eine intensive internationale Zusammenarbeit ermöglichte es, daß die in den verschiedenen Zweigen der Pflanzenschutzwissenschaften gewonnenen Erkenntnisse rasche und weltweite Verbreitung fanden. Das Fachschrifttum ist hierbei ein unentbehrliches Hilfsmittel.

Auch die „Pflanzenschutz-Berichte" sind berufen, dem internationalen Erfahrungsaustausch zu dienen und sie haben, wie ihr bisheriger Erfolg zeigt, ihre Bestimmung bestens erfüllt. Als Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft beglückwünsche ich daher die Bundesanstalt für Pflanzenschutz und die „Pflanzenschutz-Berichte" zum zehnjährigen Erscheinungsjubiläum und wünsche der Zeitschrift weiterhin vollen Erfolg im Interesse der Pflanzenschutzwissenschaft und der Pflanzenproduktion.

Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft

Ökonomierat Franz Thoma

Die Intensivierung der Forschungsarbeit in allen Zweigen der Landwirtschaftswissenschaften fand verständlicherweise auch in einer verstärkten Publizistik ihren Niederschlag. Es ist begreiflich, daß gerade jene Fachgebiete in dieser Hinsicht hervortreten, die wie der Pflanzenschutz in den letzten Jahrzehnten eine besonders stürmische Aufwärtsentwicklung erfahren haben. Es ist erfreulich, daß auch die österreichische Bundesanstalt für Pflanzenschutz mit ihren „Pflanzenschutz-Berichten" zur Verbreitung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse beizutragen in der Lage ist. Die zehn Jahre, die seit dem Erscheinen des ersten Heftes dieser Zeitschrift nunmehr abgelaufen sind, waren reich an neuen Erkenntnissen, Entdeckungen und Fortschritten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Pflanzenschutzberichte aus aller Welt standen daher stets im Vordergrund des Interesses. Daß in diesem Erfahrungsaustausch auch die „Pflanzenschutz-Berichte" aus Wien nicht fehlten, dazu beglückwünsche ich als Leiter der Sektion, der die Pflanzenproduktion in Österreich überantwortet ist, die Herausgeberin der jubilierenden Zeitschrift, die Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien.

Sektionschef

Dr. Dipl.-Ing. Rudolf Leopold

Als wir im Jahre 1945 mit einem halben Dutzend Mitarbeitern daran gingen, nicht nur die Bundesanstalt für Pflanzenschutz, sondern überhaupt den Pflanzenschutz in Österreich neu aufzubauen, erachteten wir es als unsere vordringlichste Aufgabe, den internationalen Erfahrungsaustausch aufzunehmen und zu pflegen. Auf der Linie dieser Zielsetzung lag es, ein eigenes Publikationsorgan zu schaffen, das vor allem in den Dienst des internationalen Schriftentausches gestellt werden konnte. Schon im Jahre 1947 konnten wir mit der Herausgabe unserer „Pflanzenschutz-Berichte", zunächst in einem bescheidenen Umfange, beginnen. Im zweiten Erscheinungsjahr wurde der Umfang der Zeitschrift verdoppelt (ein Band je sechs Doppelhefte pro Jahr); ab 1950 erscheinen jährlich zwei Bände mit je sechs Doppelheften.

Obwohl die „Pflanzenschutz-Berichte" vor allem der Publikation der Arbeiten der Bundesanstalt für Pflanzenschutz dienen, glauben wir, dem Sinne der Schaffung unseres Blattes am besten gerecht zu werden, wenn wir des zehnjährigen Erscheinens durch Herausgabe einer Folge mit vorwiegend internationaler Beteiligung gedenken. Die Schriftleitung dankt den Autoren, die freundlicherweise Beiträge für dieses Heft als Geburtstagsgeschenk zur Verfügung gestellt haben. Die Auszeichnung, die dadurch unsere Zeitschrift erfährt, wird der Schriftleitung Ansporn sein, die Pflanzenschutz-Berichte" weiterhin als Mittlerin des internationalen Erfahrungsaustausches auf dem Gebiete der Pflanzenschutzwissenschaft zu führen. Unseren Lesern danken wir aus diesem Anlaß für ihre getreue Gefolgschaft, unseren Autoren für die Mitarbeit, die Voraussetzung für die Herausgabe und Gestaltung des Blattes ist.

Dr. F. Beran

PFLANZENSCHUTZBERICHTE

HERAUSGEGEBEN VON DER BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
DIREKTOR DR. F. BERAN
WIEN II., TRUNNERSTRASSE NR. 5

OFFIZIELLES PUBLIKATIONSORGAN DES ÖSTERREICHISCHEN PFLANZENSCHUTZDIENSTES

XIX. BAND | JULI 1957 | HEFT 1/9

(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich)

Über die Toxine der *Endothia parasitica* (Murr.) And.*)

Von
Ernst Gäumann und Stephi Naef-Roth

Endothia parasitica (Murr.) And., der Erreger des Rindenkrebses der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.), bildet in geeigneten Nährlösungen mindestens zwei Toxine, von denen das eine (wir werden es im folgenden Diaporthin nennen) vorwiegend in der Nährlösung, das andere (wir werden es Skyrin nennen) vorwiegend im Myzel angereichert ist. Neben diesen zwei Toxinen bestehen möglicherweise noch aktivere Substanzen, deren Isolierung aber noch nicht gelang.

Zur Gewinnung dieser beiden Toxine wurde die *Endothia parasitica* auf der nach Bazzigher (1953) modifizierten Knop'schen Nährlösung (Zusatz von 0·5% Difco Hefe-Extrakt und 2% Glucose) herangezogen, und zwar in 500 ml Erlenmeyerkolben mit je 100 ml Nährlösung in Standkultur bei 18°. Als Inoculum diente die Sporensuspension aus einer vierwöchigen Reiskultur. Die Austestung der Kulturfiltrate erfolgte mit Hilfe des Plattendiffusionstestes *(Bacillus subtilis)* und des Sporenkeimungstestes *(Ustilago zeae)*. Nach 20 Tagen wurde das Myzel durch Abnutschen von der Kulturflüssigkeit getrennt; diese wurde auf Diaporthin aufgearbeitet, während aus dem getrockneten, zerriebenen Myzel das Skyrin isoliert wurde.

§ 1. Die Gewinnung und biologische Wirkung des Diaporthins

Bazzigher (1953) gewann aus der Kulturflüssigkeit der *Endothia parasitica* durch Adsorption an Kohle und Eluierung mit Methanol einen toxisch wirksamen Rohextrakt und bezeichnete dessen (damals noch un-

*) Die vorliegende Arbeit wurde durch den schweizerischen Nationalfonds zur Förderung wissenschaftlicher Forschung unterstützt; wir möchten den zuständigen Behörden auch hier unseren Dank wiederholen.

bekanntes) wirksames Prinzip als „Diaporthin". Dieser Rohextrakt hemmt die Entwicklung des *Bacillus subtilis* (Plattentest), die Keimung der Brandsporen von *Ustilago zeae* nach der Methode von Kern (Kobel, 1951) und das Myzelwachstum der *Rhizoctonia solani* nach der Methode von Grosser und Friedrich (1947). An höheren Pflanzen (Tomatensprossen und Kastanienblättern) löst er Schädigungen der Leitungsbahnen und zum Teil der Blattspreiten aus.

Hardegger und Mitarbeiter vom Organisch-chemischen Institut unserer Hochschule vermochten nun in Zusammenarbeit mit unserem Institut (wobei sich vor allem Frl. Marianne Keckeis unermüdlich für die Gewinnung stets neuer Kulturen einsetzte) aus diesem Rohextrakt eine Substanz rein zu gewinnen, deren toxische Eigenschaften zu einem erheblichen Teile denjenigen des Rohextraktes von Bazzigher entsprechen. Wir möchten deshalb den Ausdruck Diaporthin auf diesen reinen Stoff einengen (Boller, Gäumann, Hardegger et al., 1957).

Er besitzt die Bruttoformel $C_{13}H_{14}O_5$, einen Schmelzpunkt von 91·5 bis 92·5°, ist optisch aktiv ($[\alpha]D = +38^0$) und in Wasser schwer löslich. Er wird aus dem Kulturfiltrat durch Extraktion mit Benzol gewonnen und durch fraktionierte Verteilung gereinigt. Die Ausbeute beträgt bei dem von uns verwendeten Pilzstamm (er wurde seinerzeit von Herrn Kollegen H. Kern aus kranken Kastanien von Bellinzona, Tessin, isoliert) rund 1 mg/l Nährlösung.

Die Konzentrationsgrenze für die Hemmung des Wachstums von *Bacillus subtilis* liegt bei 0·5 mg/ml; *Micrococcus pyogenes* var. *aureus*, *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae* und *Candida vulgaris* werden innerhalb biologisch sinnvoller Konzentrationen durch Diaporthin nicht gehemmt.

Die Wirkungsgrenze für die Keimung der Brandsporen von *Ustilago zeae* liegt bei der Konzentration von 0·05 mg/ml, und die LD_{50} bei 0·2 mg/ml; für die Keimung der Konidien von *Alternaria tenuis* liegt die Wirkungsgrenze bei 0·1 mg/ml und die LD_{50} bei 0·3 mg/ml. Doch wird bei *Alternaria tenuis* nicht nur der Prozentsatz der Keimungen herabgesetzt, sondern auch die Wachstumsgeschwindigkeit der Keimschläuche verringert: so vermögen bei der Konzentration von 0·1 mg/ml wohl noch rund 75% der Konidien auszukeimen; sie treiben aber während der Testzeit wesentlich kürzere Keimschläuche als die Kontrollen.

Für das Myzelwachstum der *Rhizoctonia solani* liegt die Hemmungsgrenze bei der Konzentration von 0·05 mg/ml und die 50%ige Hemmung bei 0·1 mg/ml.

Die Wirkung des Diaporthins auf höhere Pflanzen wurde im Tomatentest (Gäumann, Naef-Roth und Miescher, 1950; Zähner, 1955) geprüft. In jeder Versuchsstufe wurden zehn junge, gleichartige, vierblätterige Tomatensprosse der Sorte Tuckswood in Diaporthinlösungen von 0·125 bis 0·5 mg/ml, die als Lösungsvermittler 2·5% Aethanol

enthielten, gestellt, bis sie die vorgesehene Toxindosis (125 bis 500 mg je Kilogramm Lebendgewicht) aufgenommen hatten. Hernach wurden sie in Leitungswasser zurückgebracht und unter Licht belassen. Nach 24 Stunden wurden die Schädigungen des Stengels und der Blätter in vier Stufen bonitiert.

Visuelle Schädigungen setzen zwischen der Dosis von 125 und 200 mg je Kilogramm Lebendgewicht ein (Tabelle 1); sie zeigen sich in erster Linie an den Stengelpartien; diese kollabieren unter Bildung tiefer Rillen, bis sie fadendünn geworden sind. Bei hohen Dosen setzt sich die Nekrose der Wasserleitungsbahnen bis in die Blätter fort, wo die Hauptnerven ebenfalls kollabieren. Die Blattspreiten werden erst bei starker Vergiftung in Mitleidenschaft gezogen, wobei sich erst die Blattspitzen einrollen; später treten in den Interkostalfeldern helle, auf der Blattunterseite dunkel und eingefallen erscheinende Nekrosen auf.

Die „dosis minima", das ist die Toxinmenge, die einen Welkeindex von 1·5 erzeugt und die wir als Maßstab für die Wirksamkeit eines Welketoxines verwenden, läßt sich für Diaporthin an Hand seiner Wirkung auf die Stengel der Tomatensprosse auf 220 mg je Kilogramm Frischgewicht berechnen (Lycomarasmin 150 mg/kg; Fusarinsäure 158 mg/kg). Diaporthin löst also bei Tomatensprossen erst in verhältnismäßig hohen Konzentrationen visuelle Schädigungen aus; seine Wirkung auf andere Pflanzen muß erst noch untersucht werden.

Tabelle 1:

Die durchschnittliche Schädigung junger Tomatensprosse durch steigende Gaben von Diaporthin

Verabreichte Dosis mg je kg Lebendgewicht	Welke-Index Stengel	Blätter
125	0	0
200	0·8	0
250	1·6	0·3
300	2·6	0·8
500	4	2·5

§ 2. Die Gewinnung und biologische Wirkung des Skyrins

Eine Gruppe von japanischen organischen Chemikern (Shibata et al., 1953) isolierte aus dem Myzel von *Endothia parasitica* und *Endothia fluens* (Sow.) Shear et Stev. zwei Pigmente, von denen das eine, das orangefarbene Endothianin, antrachinon-artige Eigenschaften aufweist, während das andere, das gelbe Radicalisin, einer anderen Stoffgruppe angehört. Später stellte es sich heraus (Shibata et al., 1955, 1956), daß beide Stoffe schon bekannt waren und daß das Endothianin mit dem Skyrin, das Howard und Raistrick (1954) aus Kulturen des *Penicillium islandicum* Sopp gewonnen haben, identisch ist, und daß ander-

seits das Radicalisin identisch ist mit dem Rugulosin, das Breen, Dacre et al., 1955, aus Kulturen des *Penicillium rugulosum* Thom isoliert haben.

Beim Suchen nach den Toxinen der *Endothia parasitica* isolierte Herr Kollege Hardegger mit seinen Mitarbeitern aus dem Myzel dieses Pilzes eine orangefarbene, wasserunlösliche, dagegen fett- usw. lösliche Verbindung, die wahrscheinlich mit dem Skyrin von Howard und Raistrick identisch ist. Skyrin (wir verwenden diesen Namen, obschon die chemische Untersuchung noch nicht abgeschlossen ist) hat nach Howard und Raistrick die Bruttoformel $C_{30}H_{18}O_{10}$ und die Struktur eines Bianthrachinons. Seine Farbe schlägt oberhalb pH 6 in dunkles Purpurrot um.

Unser Präparat wurde durch Extraktion mit Benzol aus dem getrockneten und zerriebenen Myzel in der Ausbeute von etwa 40 mg je Liter Nährlösung gewonnen. Sein UV-Spektrum hat vier Maxima bei 2200, 2600, 3000 und 4700 Å. Es entspricht somit der ersten Farbstoffgruppe, die Orsenigo (1955) aus den Kulturen von *Endothia parasitica* und von *Endothiella gyrosa* Sacc. forma *Tamba* Sard. gewonnen und spektrophotometrisch ausgemessen hat.

Das Skyrin ist bis jetzt nur von chemischer Seite untersucht worden; über seine biologischen Wirkungen ist deshalb noch nichts bekannt. Es bietet wegen seiner Wasserunlöslichkeit versuchstechnisch gewisse Schwierigkeiten. In vivo wird es wegen seiner Fettlöslichkeit dennoch wirksam sein; die Hyphen des Erregers zerfallen ja im Innern der Wirtszellen oder werden dort aufgelöst, so daß das Skyrin gleich am Orte seiner Wirksamkeit in Freiheit gelangt. Bei unseren, mit wässerigen Lösungen arbeitenden Laboratoriumsversuchen muß dagegen als Lösungsvermittler Aethanol verwendet werden, so daß die Toxinlösungen stets noch in geringen Mengen einen zweiten Stoff enthalten, der möglicherweise die zu prüfenden pflanzlichen Objekte für den ersten Stoff sensibilisiert oder desensibilisiert.

Skyrin hemmt in der Konzentration von 1 mg/ml das Wachstum von *Bacillus subtilis* und *Micrococcus pyogenes* var. *aureus* und ist wirkungslos auf *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae* und *Candida vulgaris*.

Die Keimung der Brandsporen von *Ustilago zeae* und der Konidien von *Alternaria tenuis* wird wahrscheinlich durch Skyrin in ähnlichen Konzentrationen gehemmt wie durch Diaporthin; doch stellt sich bei diesen Versuchen die Wasserunlöslichkeit des Skyrins erschwerend in den Weg. Wässerige Lösungen von 0·2 mg Skyrin je ml bilden nämlich bei Zusatz von nur 5% Alkohol Suspensionen und können deshalb nicht mehr verwendet werden; die Keimung der *Ustilago*-Sporen wird jedoch durch Alkoholkonzentrationen oberhalb 5% gehemmt, während die Konidien von *Alternaria tenuis* sogar Alkoholkonzentrationen von 20% ertragen; die Werte für *Ustilago zeae* sind deshalb unsicher. Die Wir-

kungsgrenze für die Keimung der Brandsporen von *Ustilago zeae* scheint bei 0·05 mg/ml zu liegen, die LD_{50} bei 0·1 mg/ml, die Wirkungsgrenze für die Keimung der Konidien von *Alternaria tenuis* bei 0·1 mg/ml, die LD_{50} bei 0·3 mg/ml.

Im Myzeltest mit *Rhizoctonia solani* zeigt Skyrin keine hemmende Wirkung.

Beim Tomatentest ergaben sich ähnliche Schwierigkeiten wie bei *Ustilago zeae*, da die jungen Tomatensprosse höchstens Aethanolkonzentrationen von 4% symptomlos ertragen, während die Aethanolkonzentration von 5% bereits Stengelläsionen hervorruft; anderseits tritt, wie schon gesagt, in einer wässerigen Lösung von 0·2 mg Skyrin/ml bei Zusatz von nur 5% Aethanol bereits eine Trübung auf. Die Tomatenversuche wurden deshalb mit Skyrinkonzentrationen von 0·0125 bis 0·1 mg je ml destilliertem Wasser unter Zusatz von 4% Aethanol durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Skyrin wirkt in unserer wässerig-alkoholischen Lösung nur auf die unteren Stengelpartien

Tabelle 2:

Die durchschnittliche Schädigung der Stengel junger Tomatensprosse durch steigende Gaben von Skyrin

Verabreichte Dosis mg je kg Lebendgewicht	Welke-Index
8	0
15	0·5
25	0·9
50	1·1
100	1·3

ein; es wird in den Leitungsbahnen in feiner Verteilung niedergeschlagen (orangegelbe Verfärbung der Gefäße). Entlang dem Stengel bilden sich tiefe Rillen wie unter der Wirkung des Diaporthins. Die geschädigte Stengelpartie verliert ihre Turgeszenz und schrumpft ein. Im Blattwerk erscheinen keine oder nur geringe Symptome (Erschlaffung), die in Tabelle 2 nicht einbezogen wurden, da sie wohl in erster Linie auf eine Drosselung der Wasserzufuhr zurückgehen.

Aus Tabelle 2 läßt sich die dosis minima für die Wirkung des Skyrins auf Tomatenstengel auf etwa 100 mg je Kilogramm Lebendgewicht schätzen. Weitere Versuche werden abzuklären haben, wie sich das Skyrin unter verschiedenen pH-Bedingungen im Innern der Pflanze verhält und ob es vielleicht in den Kastanienstämmen für die Bildung der Thyllen verantwortlich gemacht werden kann.

Zusammenfassung

Endothia parasitica (Murr.) And. bildet in vitro mindestens zwei Toxine, das Diaporthin (von noch ungeklärter Konstitution mit der Bruttoformel $C_{13}H_{14}O_5$) und das Skyrin, ein Bianthrachinon von der Formel $C_{30}H_{18}O_{10}$. Diaporthin ist bis jetzt nur von *Endothia* bekannt; Skyrin ist dagegen in seinem Bildungsspektrum unspezifisch und wird außer durch *Endothia* auch durch das *Penicillium islandicum* Sopp synthetisiert.

Das Wirkungsspektrum beider Stoffe ist unspezifisch und reicht von den Bakterien bis zu den Blütenpflanzen (Tabelle 3). Für den mikrobiologischen Differentialtest können *Micrococcus pyogenes* var. *aureus* und *Rhizoctonia solani* verwendet werden, da *Micrococcus aureus* durch Skyrin, aber nicht durch Diaporthin gehemmt wird, während *Rhizoctonia* auf Diaporthin, aber nicht auf Skyrin anspricht.

Bei jungen Tomatensprossen wirken beide Toxine zur Hauptsache als Stengelgifte und lösen visuell ähnliche Schädigungen aus, insbesondere Nekrosen der Leitungsbahnen und ein in Längsrillen ausmündendes Einsinken der Gewebe. Diaporthin schädigt überdies, und zwar auch bei Kastanien, die Leitungsbahnen der Blätter, während bei Skyrin dieser Effekt aus versuchstechnischen Gründen noch nicht geprüft werden konnte.

Tabelle 3:

Das Wirkungsspektrum des Diaporthins und des Skyrins

Die eingetragenen Konzentrationen bewirken bei den Bakterien eine vollständige Hemmung, bei den Pilzen eine 50%ige Hemmung der Keimung oder des Wachstums. 0 = Keine Wirkung

Testobjekt	Diaporthin mg/ml	Skyrin mg/ml
Bacillus subtilis	0·5	1
Micrococcus pyogenes var. *aureus*	0	1
Escherichia coli	0	0
Saccharomyces cerevisiae	0	0
Candida vulgaris	0	0
Ustilago zeae	0·2	0·1
Alternaria tenuis	0·3	0·3
Rhizoctonia solani	0·1	0
Tomatensprosse, dosis minima in mg/kg	220	100

Summary

Endothia parasitica (Murr.) And. produces in vitro at least two toxins, Diaporthin of unknown chemical structure but with the empirical formula $C_{13}H_{14}O_5$, and Skyrin, a bianthraquinone of formula $C_{30}H_{18}O_{10}$.

Diaporthin is only known in *Endothia*, while Skyrin is synthesised by *Endothia* and *Penicillium islandicum* Sopp.

The action spectrum of these substances is unspecific, extending from bacteria to flowering plants (Tabelle 3).

Micrococcus pyogenes v. *aureus* and *Rhizoctonia solani* can be used as test organisms to distinguish between the two toxines. *M. pyogenes* v. *aureus* is inhibited by Skyrin but not Diaporthin, while *R. solani* is inhibited by Diaporthin but not Skyrin.

Both toxins act on young tomato shoots mainly as a stem poison. They cause a necrosis of the conducting strands and a degenerate collapse of stem tissue into longitudinal grooves. Diaporthin damages also the conducting strands of the leaf, but with Skyrin this effect has not yet been examined for technical reasons.

Literaturverzeichnis

Bazzigher, G. (1953): Beitrag zur Kenntnis der *Endothia parasitica* (Murr.) And., dem Erreger des Kastaniensterbens. Phytopath. Zschr., **21**, 105—132.

Boller, A., Gäumann E., Hardegger E., Kugler F., Naef-Roth St. und Rosner M. (1957): Diaporthin, ein Welketoxin aus Kulturen von *Endothia parasitica* (Murr.) And. Helv. chim. Acta. **40**, im Druck.

Breen J., Dacre J. C., Raistrick H. and Smith G. (1955): Studies in the biochemistry of micro-organisms. 95. Rugulosin, a crystalline colouring matter of *Penicillium rugulosum* Thom. Biochem. Journ., **60**, 618—626.

Gäumann E., Naef-Roth St. und Miescher G. (1950): Untersuchungen über das Lycomarasmin. Phytopath. Zschr., **16**, 257—288.

Grosser A. und Friedrich W. (1947): Eine Testmethode zur Bestimmung von Pilzhemmstoffen. Zschr. f. Naturforschung, **2b**, 425—427.

Howard B. H. and Raistrick H. (1954): Studies in the biochemistry of micro-organisms. 91. The colouring matters of *Penicillium islandicum Sopp.* Biochem. Journ. **56**, 56—65.

Kobel Fr. (1951): Untersuchungen über toxische Stoffwechselprodukte von *Nectria cinnabarina* (Tode) Fr. Phytopath. Zschr., **18**, 157—195.

Orsenigo M. (1955): Esame spettrofotometrico di estratti alcolici di colture di *Endothia*. Nuovo Giorn. Bot. Ital., n. s. **62**, 365—368.

Shibata Sh., Murakami T., Kitagawa I. and Takido M. (1956): On the fungal coloring matters. The structures of Rugulosin, Rubroskyrin and Flavoskyrin. Proceed. Japan Acad., **32**, 356—360.

Shibata Sh., Murakami T., Tanaka O., Chihara G. and Sumimoto M. (1955): Metabolic products of fungi IV. Isolation of the coloring matters of *Endothia* spp. and the respective identities of Endothianin and Radicalisin with Skyrin and Rugulosin. Pharm. Bull. Japan, **3**, 274—286.

Shibata Sh., Tanaka O., Chihara G. and Mitsuhashi H. (1955): Coloring matter produced by *Endothia parasitica* and *Endothia radicalis*. Pharm. Bull. Japan, **1**, 302—304.

Zähner H. (1955): Über den Einfluß der Ernährung auf die Toxinempfindlichkeit von Tomatenpflanzen. Phytopath. Zschr., **23**, 49—88.

(Aus dem Institut für landw. Pflanzenschutz und forstl. Phytopathologie an der Hochschule für Bodenkultur, Wien)

Moderfäule

Von
K. Lohwag,
zur Zeit I. Ü. Orman Fakültesi, Büyükdere, Istanbul, Türkei.

Bereits im Jahre 1937 haben Bailey und Vestal einen interessanten Abbau der verholzten Zellwand beschrieben und im Bilde festgehalten. Es handelt sich dabei um Membranzerstörungen der sekundären Wandschichte, welche besonders deutlich in den dickwandigen Holzfaserzellen zu finden und im Schnitt als Hohlräume zu erkennen sind. Diese Hohlräume weisen im Längsschnitt eine sechseckige, langgestreckte Gestalt auf und werden im Querschnitt als runde Löcher sichtbar. Leider konnte bei der ersten Untersuchung der Erreger dieses Abbaues nicht näher bestimmt werden.

Kisser (1950) stellte einen gleichartigen Abbau in den Holzfasern einer mit Portlandzement gebundenen Holzwolle-Leichtbauplatte fest. Auch damals war eine Bestimmung des Erregers nicht möglich.

Erst durch die Arbeiten im Forest Products Research Laboratory in Princes Risborough (Bericht 1949 und 1950), welche sich mit

Abb. 1. Längsschnitt von Fichtenholz mit fortgeschrittener Moderfäule mit Hohlräumen, die durch Pilzhyphen in den Zellwänden hervorgerufen wurden. Aufnahme in polarisiertem Licht. Vergr. 540fach (aus Findlay und Savory 1954)

abgebautem Holz aus Kühltürmen beschäftigten, konnte ermittelt werden, daß neben *Chaetomium globosum* Kunze noch andere Ascomyceten an diesem charakteristischen Abbau beteiligt sind (Abb. 1).

Im Anschluß an diese grundlegenden Arbeiten von Findlay und Savory (1950), Findlay und Savory (1954) sowie Savory (1955) haben sich auch Meier (1955) und Liese (1955) mit dieser interessanten Fäule beschäftigt. Der Name „Moderfäule" wurde für die englische Bezeichnung „soft rot" von Dr. Becker, Berlin, vorgeschlagen.

Da ich persönlich noch keine Moderfäule finden und untersuchen konnte, erbat ich mir von Dr. W. P. K. Findlay Kulturen dieser Pilze, um an Hand von Versuchen zu erfahren, ob es möglich ist, solche Abbaubilder auch in der Kultur zu reproduzieren.

Neben *Chaetomium globosum* Kunze erhielt ich freundlicherweise noch
Chaetomium cochlioides Palliser,
Chaetomium elatum Kunze et Schmidt,
Chaetomium funicolum Cke. und
Trichurus terrophilus Swift et Povah,
wofür ich an dieser Stelle herzlichst danke.

Diese Pilzarten lassen sich auf den üblichen Malzpepton-Agarnährböden kultivieren und die Versuchsanstellung entsprach dem Klötzchenverfahren, welches bei der Prüfung von Holzschutzmitteln angewendet wird. Zu diesem Zwecke werden Holzklötzchen in der Größe von $5 \times 2{\cdot}5 \times 1{\cdot}5$ cm auf die Myzelkultur der entsprechenden Pilzart aufgelegt. Anschließend überwächst das Myzel das Klötzchen, bzw. dringen die Hyphen in das Holz ein und bauen es ab. Der entstandene Gewichtsverlust ergibt den Abbauwert. Der genaue Arbeitsgang dieser Methode ist in dem DIN-Blatt 52.176 vom August 1939 der deutschen Normen zusammengestellt.

Im vorliegenden Versuch kam es nicht darauf an, die Abbauintensität der einzelnen Pilzarten zu prüfen, als viel mehr um die Reproduktion des Membranabbaues dieser Fäule. Als Versuchshölzer wurden Buche, Fichte und Kiefer verwendet. Die Versuchsdauer erstreckte sich auf vier Monate. Aus der folgenden Übersicht sind die Abbauwerte, welche gleichzeitig festgehalten wurden und von denen der Höchstwert mitgeteilt wird, zu entnehmen.

Pilz	Fichte	Buche	Kiefer
	in Prozent		
Chaetomium globosum	7	20	7
Chaetomium cochlioides	5	8	4
Chaetomium elatum	8	8	11
Chaetomium funicolum	5	41	7
Trichurus terrophilus	4	7	6

Es zeigte sich also, daß in diesem Falle das Buchenholz am stärksten abgebaut wird. Der sechseckige Membranabbau konnte bei dem Buchenklötzchen mit 20% Gewichtsabbau am besten unter dem Mikroskop beobachtet werden.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß bei einem zu schwachen oder zu starken Abbau der Membranen das mikroskopische Bild nicht so deutlich in Erscheinung tritt.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden unter den gleichen Bedingungen und einer Dauer von sechs Monaten sechs verschiedene Holzarten bei der Verwendung des Pilzes *Chaetomium funicolum* untersucht und nachstehende Höchstwerte gefunden.

Holzart	Prozent
Carpinus betulus	48
Acer pseudoplatanus	32
Populus nigra	29
Abies alba	4
Pinus silvestris	0
Picea excelsa	0

Ähnliche Versuche wurden von Findlay und Savory (1954) durchgeführt, welche feststellten, daß sich für diese Zwecke die von Abrams (1948) empfohlene Nährsalzmischung gut bewährte. Sie zeigten, daß das Ausmaß der Zersetzung direkt proportional der Salzkonzentration war, wie aus der beigefügten Tabelle zu entnehmen ist.

Verdünnung der Nährsalze und Befall von Buchenholz durch *Chaetomium globosum* Kunze:

Konzentration der Abrams'schen-Lösung in Agar	Trockengewichtsverluste nach 6 Wochen in Prozent
Leitungswasser	2·0
1/16	4·0
1/8	6·1
1/4	9·2
1/2	16·2
Abrams'sche Lösung	21·5
Abrams'sche Lösung, doppelt konzentriert	30·2
Abrams'sche Lösung, dreifach konzentriert	36·4

Zusammenfassung

Nach der vorhandenen Literatur und den eigenen Untersuchungen kann gesagt werden, daß die Moderfäule von Pilzen verursacht wird, welche zu den Ascomyceten und Fungi imperfecti gehören. Sie tritt dann besonders stark auf, wenn die Oberfläche von Holzstücken starker Befeuchtung ausgesetzt ist. Laubholz ist bedeutend anfälliger als Nadelholz und

der Schaden erstreckt sich auf die Oberfläche der Holzstücke. Neben dem Holz der Kühltürme, wo beachtliche Schäden auftreten, wurden Schäden praktisch überall dort beobachtet, wo Holz der Einwirkung von Wasser bzw. starker Boden- oder Mauerfeuchtigkeit ausgesetzt war. In Österreich konnte bisher noch kein Schaden von wirtschaftlicher Bedeutung festgestellt werden.

Summary

According to the present literature and to own investigations it can be said that soft rot is caused by fungi which are related to *Ascomycetes* and *Fungi imperfecti*. Soft rot is occuring especially to a high degree if the surface of timber parts are liable to humidity. Wood of deciduous trees is more susceptible than wood of conifers, the surface of timber parts is damaged. Besides timber of water-cooling towers where remarkable damages are occurring, damages are observed there where timber has suffered from soil and wall humidity. In Austria damages of economic importance have not been stated up to now.

Literaturverzeichnis

Abrams, E. (1948): Microbiological deterioration of organic materials. Its prevention and methods of test. National Bureau of Standards. Misc. Pub. 188. U. S. Dept. Commerce, Washington.

Bailey, I. W. and Vestal, M. R. (1937): The Orientation of Cellulose in the Secundary Wall of Tracheary Cells. Journ. of the Arnold Arboretum, **18**, 185—195.

Findlay, W. P. K., and Savory, J. G. (1950): Breakdown of timber in water-cooling towers. Proc. VII. Int. Bot. Congr. 315.

Findlay, W. P. K., and Savory, J. G. (1954): Moderfäule. Die Zersetzung von Holz durch niedere Pilze. Holz als Roh- und Werkstoff. **12**, 293—296.

Kisser, J. (1950): Mikroskopische Untersuchungen an Heraklithplatten. Heraklith-Rundschau, Heft 7, 1—18.

Liese, W. K. F. (1955): On the decomposition of the cell wall by microorganisms. Annual Conv. of the British wood Preserving Association. London.

Meier, H. (1955): Über den Zellwandabbau durch Holzvermorschungspilze und die submikroskopische Struktur von Fichtentracheiden und Birkenholzfasern. Holz als Roh- und Werkstoff, **13**, 323—338.

Report of the Forest Products Research Board (1949). Princes Risborough. London: H. M. St. O. 1951.

Report of the Forest Products Research Board (1950). Princes Risborough. London: H. M. St. O. 1951.

Savory, J. G. (1955): The role of microfungi in the decomposition of wood. Rec. Brit. Wood Pres. Ass., Ann. Conv., Paper No. 1.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Köln)

Die Polyphagie des Nelkenwicklers *Tortrix pronubana* Hb. im Hinblick auf seine Einbürgerungsmöglichkeit in Mitteleuropa

Von
H. Drees und W. Herfs

Einleitung und Fragestellung

Der Nelkenwickler *Tortrix pronubana* Hb. hat sich durch die zeitbedingte Vernachlässigung in der Kriegs- und Nachkriegszeit in den Nelkenkulturen der italienischen Riviera weit verbreitet. Bei den lebhaften Handelsbeziehungen, die große Importe frischer Nelkenstecklinge und -schnittblumen auf schnellstem Wege vom italienischen Erzeuger zum deutschen Verbraucher führen, besteht die unmittelbare Gefahr einer Einschleppung lebender Nelkenwickler nach Deutschland oder klimatisch ähnlich liegende Länder.

Bereits in den Jahren 1925 bis 1929 wurden Nelkenwickler in Gewächshäuser und Freilandbeete einer Großgärtnerei in Breslau-Hundsfeld (Pax 1928 und 1929) und vor einigen Jahren nochmals in die Nelkenhäuser einer großen Gärtnerei in Bühl (Baden) eingeschleppt. In Breslau mußten die gesamten Nelkenkulturen vernichtet werden, um einer Ausbreitung des Schädlings Einhalt zu gebieten, während man in Bühl den Nelkenwickler durch Anwendung moderner Kontaktinsektizide wieder ausschalten konnte. Da es sich bisher nur um ein begrenztes Auftreten in Gewächshäusern und deren unmittelbarer Umgebung handelte, kann aus diesen Erfahrungen nicht viel auf eine mögliche Einbürgerung, z. B. in Deutschland, geschlossen werden. Eine der bedeutungsvollsten Voraussetzungen für eine solche ist in der Polyphagie von *T. pronubana* gegeben.

Die ersten Feststellungen in bezug auf eine solche fußen zunächst auf rein phänologischen Beobachtungen und nicht sehr umfangreichen Zuchtversuchen in Gewächshäusern und Laboratorien; eine umfassende Liste der Futterpflanzen gibt R. C. Fisher (1924). Ausgedehnte systematische Laborversuche über die Polyphagie des Nelkenwicklers führte E. v. Winning 1939 durch. Es wurden hier 28 gärtnerisch und landwirtschaftlich bedeutungsvolle Nutz- und Zierpflanzen unter Laboratoriumsbedingungen untersucht, die dem Nelkenwickler „bei seiner Einschleppung in Gartenbaubetriebe vor allem zur Verfügung stehen würden", wie z. B. Weißkohl, Rotkohl, Liguster, Möhre, Klee, Erbse, Kohlrübe, Saubohne, Flieder, Chrysanthemum usw. Sämtliche untersuchten Pflanzen wurden mehr oder weniger stark gefressen oder beschädigt, wobei auf Rose und Tomate vier, auf Saubohne sogar zwölf Generationen gezogen wurden. Außer auf Fuchsie erhielt v. Winning auf sämtlichen geprüften Pflanzen Imagines. Völlig verschmäht wurde keine der dargebotenen Futterpflanzen.

Nach den bis 1939 in der Literatur niedergelegten Erfahrungen kommen insgesamt als Nährpflanzen für *Tortrix pronubana* 143 Arten und Unterarten in Betracht, von denen 141 auf 42 Pflanzenfamilien entfallen.

Angesichts dieser ausgedehnten Polyphagie zwingen Ergebnisse, die im Rahmen einer größeren, noch nicht ganz abgeschlossenen Untersuchung gewonnen wurden, der Frage eine erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken, ob auch wildwachsende und ständig im Freien kultivierte Pflanzen, wie insbesondere Obstkulturen, eine Vermehrung von *T. pronubana* ermöglichen. Hierbei sind auch immergrüne Freilandgewächse von besonderem Interesse.

Material und Methode

Das Tiermaterial für unsere Versuche erhielten wir durch die freundliche Vermittlung von Herrn Prof. Dr. Nicolo Cuscianna, dem Direktor des Osservatorio per le Malattie delle Piante in San Remo, dem auch an dieser Stelle unser Dank ausgesprochen sei. Von den verschiedenen von

Abb. 1. Zuchtzylinder, oben geöffnet (etwa ½ der natürlichen Größe). Auf der Bodenbespannung des Zuchtzylinders liegt ein Astralonplättchen, auf dem das Gläschen mit der Nelke steht. Die Außenränder des Zylinders sind gebörtelt, um ein Abrutschen des Leinenstoffes zu verhindern. Der Stoff wird mit Cuponringen in seiner Spannung erhalten. Der Zylinder ist 12 cm hoch und hat einen Durchmesser von 10 cm.

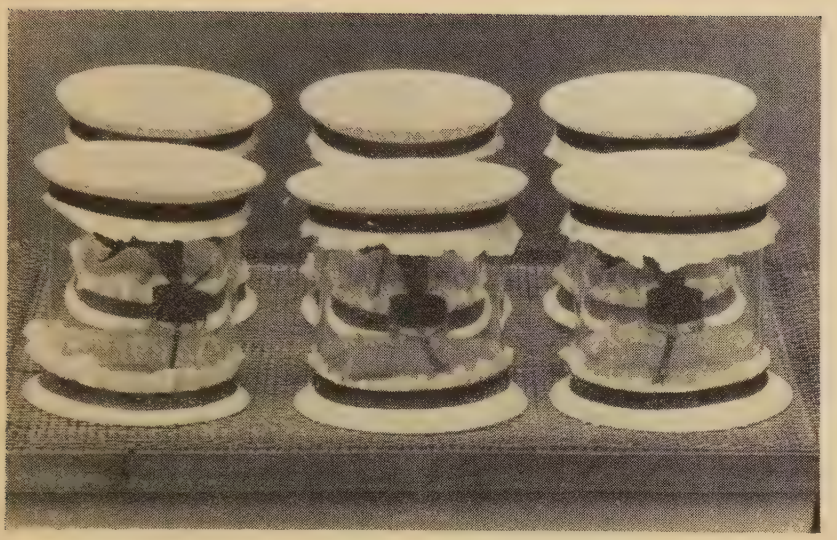


Abb. 2. Ein Satz von sechs Zuchtgefäßen (¼ der natürlichen Größe). Die Glaszylinder stehen auf einem mit Maschendraht bespannten Holzrahmen, der auf einer mit Wasser zu zwei Drittel gefüllten Emailleschale liegt, um die notwendige Luftfeuchtigkeit zu erzielen.

uns ausprobierten Zuchtverfahren hat sich folgende Methode am besten bewährt: Die Stammzucht wird auf Nelkenblüten gehalten. Jede Blüte wird mit ihrem Stiel, der durch einen Gummistopfen führt, in ein kleines, mit Knop'scher Nährlösung gefülltes Präparatenglas eingesetzt. Die Nelkengläschen werden einzeln in beiderseits mit Linnon bespannte Zuchtzylinder gebracht (Abb. 1 und 2). Die Temperatur im Zuchtraum wird zwischen 23 und 25° C bei 65 bis 75% r. F. gehalten.

Das für die Zucht geschilderte System wurde auch mit gewissen Variationen bei der Durchführung der Versuche benutzt. In den Freilandversuchen wurden die Glasgefäße in einem allseitig mit Saran-Maschengewebe umschlossenen Freilandkasten untergebracht (Abb. 3). Für alle Versuche wurden wenigstens 300 Eiraupen angesetzt, deren Eltern schon von den mittleren Raupenstadien ab auf die jeweilige Futterpflanze aufgesetzt wurden.

Experimentelle Untersuchungen über die Polyphagie von *T. pronubana*

Die auf einer bestimmten Futterpflanze für *T. pronubana* bestehenden Entwicklungsmöglichkeiten geben sich an der Fraßstärke sowie dem Ablauf der Entwicklung hinsichtlich Geschwindigkeit, erreichter Stadien sowie Generationenfolge bei Vollentwicklung zu erkennen.

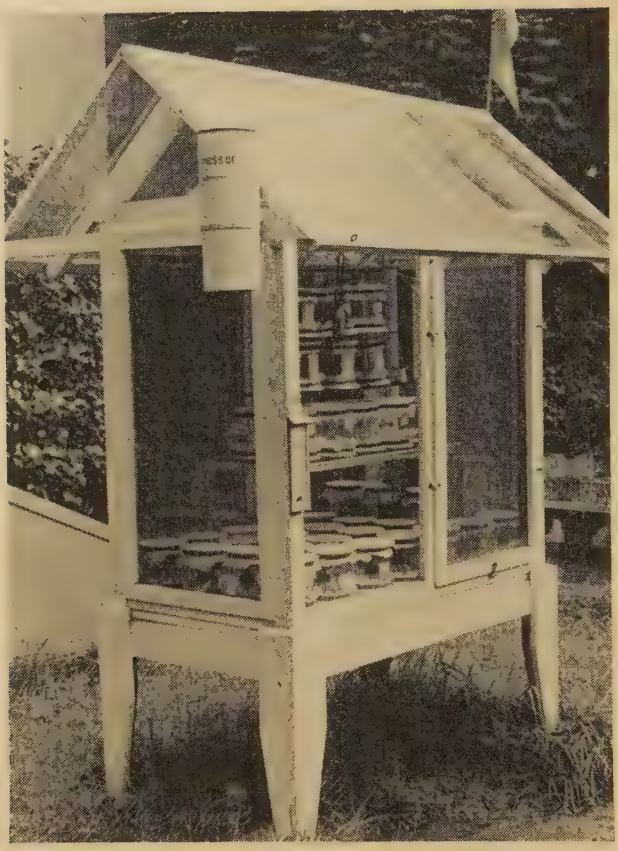


Abb. 3. Versuchskasten im Freiland (etwa 1/19 der natürlichen Größe). Er ist allseitig mit Saran-Maschen-Gewebe bespannt, mit Ausnahme der zur Hälfte mit einer Glasscheibe (zu Beobachtungszwecken) versehenen Vorderseite. Auf dem Kasten liegt ein abnehmbares Glasdach zum Schutz gegen starken Regen. Das Haus ist völlig luftdurchlässig und hat innen gleiche Klimabedingungen wie in der Umgebung. Es ist mit allen notwendigen Klima-Meßinstrumenten ausgestattet.

1. Obstgewächse

Da die Einbürgerung des Nelkenwicklers in den großen Obstbaugebieten besonders verhängnisvoll wäre, prüften wir 14 Arten bzw. Sorten von Obstgewächsen auf die Entwicklungsmöglichkeiten für *T. pronubana* in ausgedehnten Laboratoriums- und Freilandversuchen.

1. Nicht oder nur ganz unwesentlich angegriffen wurden: Pfirsich, Walnuß und Birne. Eine Entwicklung von *T. pronubana* ist hier nicht möglich.

2. Die Brombeere wurde zwar angefressen, aber zu einem vollen Entwicklungszyklus kommt der Wickler auf ihr nicht.

3. a) Eine Vollentwicklung über Generationen (mindestens 2, zumeist 3) fanden wir bei Himbeere, Apfelbaum, Stachelbeere, Haselnuß, Zimt-Erdbeere, Sauerkirsche, Kirschpflaume, Süßkirsche, Hauspflaume, rote Johannisbeere. Allerdings wurden deutliche Unterschiede in bezug auf Fraßstärke, Entwicklungsdauer, Mortalität und Vermehrungspotential festgestellt.

   b) Eine optimale Vollentwicklung über mehrere (mindestens 3) Generationen, d. h. eine Entwicklung bei großer Fraßstärke, kurzer Entwicklungsdauer und starker Vermehrung sowie geringer Mortalität bieten an erster Stelle die rote Johannisbeere, die Hauspflaume und die Süßkirsche, dann aber auch die Kirschpflaume und die Sauerkirsche.

Die Dauer der Raupenentwicklung unter konstanten Laborbedingungen bei Fütterung mit verschiedenen Obstgewächsen ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Bei jeder Obstart wurde die Entwicklung von mindestens 300 Eiraupen verfolgt. Zu den in Zeile 2 unter den Obstsorten angegebenen Tagen sind die Tage der ersten Spalte zu addieren, neben denen die Prozentsummen der verpuppten Raupen stehen. Im Durchschnitt sind zu den Tagen der zweiten Zeile zehn Tage zu addieren, um die Zeit angeben zu können, bis zu der mindestens 50% der überlebenden Raupen sich verpuppt haben.

Unter denselben Laborbedingungen schlüpfen die Falter unabhängig von der Futterart der Raupe durchschnittlich nach 5 bis 7 Tagen vom Beginn der Verpuppung an gerechnet zu 50%. Die Praeovipositionszeit beträgt hier in der Regel einen Tag. Die Eiablage zieht sich über drei Tage hin, und die Raupen der F_1-Generation schlüpfen durchschnittlich zwischen dem 6. und 8. Tag. Demnach dauert ein Entwicklungszyklus bei 23 bis 25° C und 65 bis 75% r. F. durchschnittlich 22 bis 26 Tage, zuzüglich den von den Futterpflanzen abhängigen, in Zeile 2 der Tabelle 1 angegebenen Tagen. Wie sich auf die Länge der Fraßperiode die Art der Futterpflanze auswirkt, so wird durch sie auch die Überlebenswahrscheinlichkeit bestimmt. In Tabelle 1 ist angeführt, welche Anzahl und welcher Prozentsatz der Raupen bis zur Verpuppung bzw. bis zur Imago gelangt. Hier ist bemerkenswert, daß die Mortalität der Raupen nicht mit der Länge der Fraßperiode korreliert ist und daß sicher mehrere mit der Futterart gegebene Faktoren auf das Gedeihen der Raupen einwirken.

Unter den erschwerten Lebensbedingungen im Freiland ist die durchschnittliche Zeit für die einzelnen Entwicklungsphasen verlängert und die Mortalität erhöht. Die Ergebnisse von Freilandversuchen, welche mit roter Johannisbeere, Hauspflaume und Süßkirsche gleichzeitig in den

Tabelle 1:

Entwicklungsdauer von *T. pronubana* auf Obstgewächsen im Labor bis zur Verpuppung in Tagen, ausgedrückt in Prozentsummen der bis zur Verpuppung überlebenden Raupen.

Darunter: Anzahl und Prozentsatz der Überlebenden. Um das Alter der bis zu einem bestimmten Prozentsatz verpuppten Raupen zu ermitteln, sind zu den Tagen in der ersten Spalte die unter den jeweiligen Nährpflanzen in der zweiten Zeile stehenden Tage zu addieren.

Wirtspflanze	Johannisbeere (rote)	Stachelbeere	Hauspflaume	Zimterdbeere	Haselnuß	Süßkirsche	Sauerkirsche	Kirschpflaume	Himbeere	Apfelbaum
Tage +	11	14	22	23	24	26	28	34	35	39
1			2·0							
2			4·6							
3			9·6						2·0	
4			16·3						6·2	
5			20·5	1·9					11·4	2·1
6	2·7	3·5	26·8	5·3	3·0	2·0	3·0	3·3	16·6	9·4
7	16·8	16·8	34·7	13·5	13·8	10·3	10·2	10·0	26·0	17·7
8	39·2	32·8	41·4	25·5	33·0	22·5	21·9	22·5	36·4	28·0
9	47·7	48·9	48·9	39·4	46·7	30·4	36·2	38·4	48·9	39·5
10	58·7	58·0	57·3	58·2	60·5	50·0	60·2	59·0	63·5	51·0
11	67·7	62·9	65·7	68·7	67·6	62·2	76·0	72·5	72·8	62·4
12	77·0	71·3	73·6	81·2	78·4	72·0	87·2	82·0	78·0	86·3
13	84·9	76·9	80·3	89·0	83·8	79·9	91·3	85·4	94·6	93·6

14	89·3	84·6	93·0	92·3	91·6	84·3	91·3	87·8	96·7	94·6
15	92·4	90·9	98·3	—	97·0	88·2	93·3	90·7	97·7	—
16	94·3	94·4		95·2	98·8	92·1	95·4	91·6	—	95·7
17	95·8	97·2	98·7	98·5	100·0	96·0	98·4	94·0	98·8	96·7
18	97·9	100·0	99·3	99·0		98·3	98·9	95·0	100·0	98·0
19	100·0		—	—		99·3	99·3	98·0		98·8
20			100·0	99·5		100·0	100·0	99·3		100·0
21				100·0				100·0		

Überlebende

Eiraupen bis	400 = 100%	300 = 100%	300 = 100%	300 = 100%	300 = 100%	300 = 100%	300 = 100%	300 = 100%	300 = 100%	300 = 100%
Puppen bis	291 72%	143 48%	239 80%	208 69%	167 56%	205 68%	196 65%	210 70%	96 32%	96 32%
Falter	269 67%	143 48%	218 73%	195 65%	160 53%	186 62%	179 60%	171 57%	85 28%	87 29%

Tabelle 2:

Entwicklungsdauer von *T. pronubana* auf Obstgewächsen im Freiland bis zur Verpuppung in Tagen, ausgedrückt in Prozentsummen der bis zur Verpuppung überlebenden Raupen

Darunter: Anzahl und Prozentsatz der Überlebenden

Wirtspflanze	Rote Johannisbeere	Hauspflaume	Süßkirsche
Tage +	30	38	41
2		6·2	
4	2·5	11·8	1·7
6	2·5	21·7	7·4
8	22·8	35·3	20·4
10	52·6	56·4	49·4
12	87·7	83·1	82·4
14	91·2	94·2	89·2
16	98·8	95·5	95·4
18	100·0	97·3	98·3
	Überlebende		
Eiraupen	300	300	300
bis	= 100%	= 100%	= 100%
Puppen	171	161	176
bis	57%	54%	59%
Falter	160	138	164
	53%	46%	55%

Sommermonaten Juli bis September bei einer Temperatur, die im wesentlichen zwischen 10 und 25° C schwankte und einer relativen Luftfeuchte zwischen 55 und 95% durchgeführt wurden, sind in Tabelle 2 wiedergegeben. Ein Entwicklungszyklus dauerte durchschnittlich 45 bis 55 Tage plus den für die einzelnen Futterarten in Zeile 2 der Tabelle 2 angegebenen Zeiten, also etwa 2½ bis 3 Monate. Die durchschnittliche Zeit bis zur Verpuppung beträgt 10 Tage plus 30 Tage bei roter Johannisbeere, 38 Tage bei Hauspflaume und 41 Tage bei Süßkirsche. Die Puppenruhe dauert hier bei diesen drei Futterarten 12 Tage, die Praeovipositionszeit beträgt 1 bis 2 Tage, die Eiablage zieht sich über 3 bis 6 Tage hin; bis zum Schlüpfen der Räupchen aus den Eiern vergehen 23 bis 30 Tage.

2. Ziergewächse

Von Ziergewächsen untersuchten wir folgende Pflanzen: *Rhododendron ferrugineum* L., *Azalea procumbens* L., *Buxus sempervirens* L., *Nerium Oleander* L., *Juniperus communis* L., *Chamaecyparis* spec., *Thuja occidentalis* L., *Hedera helix* L., *Rosa* spec. (Kletterrose), *Ilex aquifolium* L.,

Mahonia aquifolium Nuttal. *Ligustrum vulgare* L., *Dianthus caryophyllus* L. (Edelnelke), *Laurus nobilis* L.

1. Nicht oder kaum gefressen wurden *Rhododendron ferrugineum* L., *Azalea procumbens* L., *Buxus sempervirens* L., *Nerium Oleander* L.
2. Gefressen wurden *Juniperus communis* L., *Chamaecyparis* spec., *Thuja occidentalis* L., jedoch ohne daß eine Vollentwicklung ermöglicht war.
3. Eine sporadische Vollentwicklung einzelner Tiere bei nur einer Generation fanden wir bei *Hedera helix* L. In der zweiten starben die Raupen im zweiten und dritten Stadium restlos ab; bei der ersten Generation hingegen hatten sich noch die mittleren und älteren Raupenstadien recht gut entwickelt.
4. Eine Vollentwicklung über mehrere Generationen (mindestens 2) boten *Rosa* spec. (Kletterrose). *Ilex aquifolium* L., *Laurus nobilis* L., *Mahonia aquifolium* Nuttal. *Dianthus caryophyllus* L., *Ligustrum vulgare* L.

Tabelle 3:

Entwicklungsdauer von *T. pronubana* auf Ziergewächsen im Labor bis zur Verpuppung in Tagen, ausgedrückt in Prozentsummen der bis zur Verpuppung überlebenden Raupen

Darunter: Anzahl und Prozentsatz der Überlebenden

Wirtspflanze	Edelnelke	Liguster	Mahonie	Stechpalme
Tage +	17	23	34	38
1		7·6	1·3	
2	5·2	19·2	7·7	
3	24·3	32·0	17·4	15·0
4	41·5	42·0	38·0	47·0
5	52·4	53·2	52·0	67·5
6	61·9	73·6	78·7	90·0
7	70·6	87·6	94·2	—
8			99·3	—
9			100·0	92·5
	Überlebende			
Eiraupen	300	300	300	200
bis	= 100%	= 100%	= 100%	= 100%
Puppen	231	249	155	40
bis	77%	83%	52%	20%
Falter	223	241	146	32
	74%	80%	49%	16%

Abb. 4. Fraßbild an Himbeer-Blatt (etwa $^2/_3$ der natürlichen Größe). „Netzfraß" der ersten beiden Stadien, hier hauptsächlich des ersten Stadiums. (In der rechten unteren Blatthälfte ist der „Lochfraß" einer Raupe zu sehen, die bereits das dritte Stadium erreicht hat.) Der „Netzfraß" des ersten Stadiums erscheint auf dem Bild „engmaschiger" und dunkler, was darauf beruht, daß die einzelnen Fraßstellen meist kleiner sind und eng nebeneinander liegen und die Eiraupen außer der Epidermis nur die obersten Parenchymschichten auffressen, während im zweiten Entwicklungsstadium auch die tieferen Parenchymschichten angegriffen werden, die die Mehrzahl der Chloroplasten enthalten, so daß das Blatt an diesen Fraßstellen wesentlich heller und teils ganz durchsichtig erscheint.

Eine optimale Vollentwicklung brachten von der letzten Gruppe *Ligustrum vulgare* L., *Dianthus caryophyllus* L., und *Mahonia aquifolium* Nuttal.

Entwicklungsdauer bis zur Puppe und die Mortalität bei Anzucht der Raupen auf verschiedenen Ziergewächsen unter Laborbedingungen sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Von Bedeutung ist, daß auch in den Fällen, in denen eine Vollentwicklung nicht möglich ist, eine zum Teil recht gute Entwicklung einzelner Raupenstadien auftritt. So ist bei *Hedera helix*, wie schon erwähnt, in einigen Fällen eine recht gute Entwicklung der mittleren Raupenstadien zu verzeichnen. Die mittleren und großen Raupenstadien des Nelkenwicklers können sich auch auf *Juniperus communis* L., *Thuja occidentalis* L., *Chamaecyparis* spec. recht gut ernähren und entwickeln. Sie bilden normale Puppen und Falter, die wiederum eine oft sehr zahlreiche Nachkommenschaft hervorbringen. Nur die Eiraupen und teilweise die zweiten Raupenstadien können sich auf diesen Pflanzen nicht halten und sterben meist restlos ab.

3. Wild- und Parkbäume

Von Wild- und Parkbäumen wurden folgende untersucht: Bergkiefer, Gemeine Robinie, Roßkastanie, Feldahorn, Spitzahorn und Rotahorn.

Abb. 5. Fraßbild an Süßkirschen-Blatt (etwa $^2/_3$ der natürlichen Größe). Typisches Schadbild der Jungraupen des Nelkenwicklers im zweiten und dritten Entwicklungsstadium. Man sieht den Übergang vom „Netzfraß" zum „Lochfraß".

Abb. 6. Schadbild an Ahorn (etwa 1/3 der natürlichen Größe). Fraßbild des dritten bis fünften Stadiums mit „Loch"- und „Bogenfraß".

Davon wurde die Bergkiefer völlig verschmäht. Die Gemeine Robinie wurde nur wenig gefressen; es zeigte sich eine sporadische Vollentwicklung einzelner Tiere. Die Roßkastanie läßt eine normale Vollentwicklung zu; sie wird gut gefressen, wurde aber nur in einer Generation geprüft. Schließlich zeigen die Ahorn-Arten eine optimale Entwicklung, wobei an erster Stelle der Spitzahorn, an zweiter fast gleichwertig der Feldahorn und an dritter Stelle der Rotahorn mit etwas längerer Entwicklungszeit zu nennen wären. Beim Spitzahorn beträgt die Gesamtentwicklungszeit im Labor durchschnittlich etwa 42 Tage, von denen 25 Tage auf die Raupenzeit und 8 Tage auf die Puppe sowie 9 Tage auf die Eientwicklung kommen.

Der diagnostische Wert des Fraßbildes

Bei dem Auftreten eines derart polyphagen Schädlings, wie es der Nelkenwickler ist, erscheint ein rechtzeitiges Erkennen des Befalles und die Möglichkeit einer entsprechenden Interpretation der Befunde von ausschlaggebender Bedeutung.

In der Mehrzahl der Fälle ist die Fraßstärke auf einer Nährpflanze ein Maßstab einerseits für die Befallstärke, jedoch auch für die Eignung der Pflanze als Nahrung. Hierfür sind Ahorn, Liguster, Hauspflaume und Süßkirsche sowie Johannisbeere gute Beispiele. Diese werden gern gefressen und daher stark befallen. Praktisch hat jedes Raupenstadium

ein charakteristisches Fraßbild, gleich, auf welcher Nährpflanze der Nelkenwickler gehalten wird. So zeigen die Eiraupen auf allen von ihnen befallenen Pflanzen einen engmaschigen „Netzfraß", der im zweiten Entwicklungsstadium weitmaschiger wird (Abb. 4). Beim dritten Raupenstadium findet man den Übergang zum „Lochfraß", in dem die Raupen kleine, meist runde Löcher in das Blatt fressen, während im vierten Stadium größere, meist ovale bis längliche Löcher gefressen werden (Abb. 5). Im fünften Stadium fressen die Raupen ganze Bögen aus dem Blatt, was als „Bogenfraß" zu bezeichnen ist (Abb. 6). Die Raupen des sechsten und siebenten Stadiums schließlich fressen größere Bögen und oft ganze Stücke aus dem Blatt bis zum völligen Kahlfraß (Abb. 7), wie wir ihn an *Ligustrum vulgare* L., an *Ribes rubrum* L. und an *Acer platanoides* L.

Abb. 7. Schadbild an Blättern von Mahonia (etwa $^2/_3$ der nat. Größe). Raupenfraß des zweiten bis fünften Stadiums. Das linke mittlere Blatt ist mit dem obersten Blatt durch ein Gespinst verbunden. Auffallend ist, besonders an den beiden untersten Blättern, daß ein dünner Blattrand stehen gelassen wurde. (Wahrscheinlich ist den Raupen hier das Kollenchymgewebe zu hart, was aber auch an dem jeweils vorhandenen Entwicklungsstadium der Raupe liegen kann, da diese Blattränder manchmal auch mitgefressen werden.)

sowie an *Acer campestre* L. beobachten konnten. Im übrigen zeigen alle Raupenstadien das übliche „Wickler-Fraßbild", indem sie sich in Blattwickeln einspinnen oder Blätter zusammenspinnen. In den Gespinsten sind häufig Kotteilchen zu finden, aus denen auch weitgehend auf die jeweils fressenden Stadien geschlossen werden kann.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß es in Mitteleuropa und speziell in Deutschland genügend wildwachsende oder in größeren Verbänden kultivierte Freilandpflanzen gibt, die für *T. pronubana* sehr gute und gute Vermehrungs- und Entwicklungsmöglichkeiten bieten.

Unter den Obstgewächsen sind hiefür besonders geeignet die rote Johannisbeere, die Hauspflaume und die Süßkirsche. Ferner gedeiht der Nelkenwickler zum Teil sehr gut auf den verschiedensten Ahornarten, auf Rosen, Roßkastanie, auf Liguster, Mahonie und Ilex. Die letztgenannten immergrünen Pflanzen sind, wenn auch nicht optimal günstige Nährpflanzen, insofern bedeutungsvoll, als sie als ökologische Nische dienen könnten, von wo eine Gradation auf Pflanzenkulturen ihren Ausgang nimmt. Bei Mangel günstiger Wirtspflanzen könnten als Nahrung auch Efeu und sogar Coniferen, wie Thuja und Juniperus dienen, auf die die Raupen vorübergehend abwandern. So könnten diese Pflanzen doch der Erhaltung der Art nützlich sein, obwohl auf ihnen eine Entwicklung über mehrere Generationen nicht erfolgt.

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß es außer den bereits bekannten 143 Nährpflanzen und den 24 unter den 30 hier geprüften Arten noch zahlreiche weitere gibt, die für die Vermehrung und Erhaltung von *T. pronubana* in Frage kommen.

Für eine Einbürgerung des Nelkenwicklers in Mitteleuropa sind die an die Nahrung geknüpften Voraussetzungen für das ganze Jahr hindurch auch im Freiland durchaus gegeben. Die Bedingungen, die der Wickler an das Klima stellt, sollen demnächst ausführlich dargestellt werden.

Summary

Experiments have shown that in Central Europe and especially in Germany enough wild-growing and cultivated field-plants are existing which are giving good possibilities for propagation and development of *Tortrix pronubana*.

Red currant, prune and gean are especially appropriate as host plants amongst fruit-trees. Further *T. pronubana* is developing partly very well on different maple species, on roses, chestnut, privet, mahonia, and ilex. The last-mentioned evergreen plants are of some importance — although they are not the most favoured host plants — because they may be an ecological hiding-place from where a gradation to cultivated plants may

begin. If favoured host plants are lacking, the caterpillars are migrating to ivy and even to conifers like Thuja and Juniperus which could serve as feeding. In this way these plants can be useful to *T. pronubana* for maintenance of the species, although development for several generations does not occur there.

Besides of the hitherto known 143 host plants and the 24 of the 30 species, proved by the authors, there are existing by no doubt numerous other plants which may be hosts for development and maintenance of *T. pronubana*.

The suppositions in regard to feeding for settlement of *T. pronubana* in Central Europe are given for the whole year, even in the field. The climatic conditions for existing of *T. pronubana* shall be dealt with in the next time.

Literaturverzeichnis

Fisher, R. C. (1924): The Life-History and Habits of Tortrix pronubana Hb., with special Reference to the Larval and Pupal Stages. The Annals of Applied Biology, **11**, 395—447.

Marret, L. (1926): Les Fleurs de la Côte d'Azur. Paris.

Pax, F. (1928): Beobachtungen über das Auftreten des Nelkenwicklers (Tortrix pronubana Hb.) in Schlesien. Anz. f. Schädlingskunde, **4**, 143—147.

Pax, F. (1929): Das Ende der Nelkenwickler-Kalamität in Breslau-Hundsfeld. Anz. f. Schädlingskunde, **5**, 155—157.

Winning, E. v. (1939): Versuch einer Monographie von Tortrix pronubana Hübner mit experimentellen Untersuchungen über das biologische Verhalten des Insektes zur Klärung seiner Bedeutung als Pflanzenschädling. Zeitschr. f. angew. Entom., **25**, 155—157.

(Aus dem Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Stuttgart-Hohenheim, Direktor Prof. Dr. Rademacher)

Vergleichende Untersuchungen an *Brevipalpus phoenicis* Geijskes und *Br. inornatus* Banks *(Acar., Phytoptipalpidae).*)*

Von
Gudo Dosse

Vor kurzer Zeit wurde über das Vorkommen von *Brevipalpus inornatus* Banks in den Gewächshäusern des Pflanzenphysiologischen Institutes der Universität Wien II. Augarten an Azaleen berichtet (Dosse 1957). In den gleichen Gewächshäusern tritt eine weitere *Br.*-Art, *Br. phoenicis* Geijskes, an *Phoenix canariensis* stark schädigend auf. Schoevers hatte die letztere im Jahre 1917 in niederländischen Gewächshäusern an Phönixpalme gefunden, Geijskes beschrieb sie 1939. Seitdem ist in europäischen Gewächshäusern nie wieder ein Auftreten dieser Milbe beobachtet worden. Aus Amerika melden Pritchard und Baker (1951) eine ganze Reihe von Funden an den verschiedensten Gewächsen, unter denen Citrus-Früchte an erster Stelle stehen. Nur in einem Falle (in Kalifornien) kam die Milbe in Gewächshäusern an Palmen vor. In Europa konnte Baker (1951) die Art für Spanien an Citrus nachweisen.

Die beiden im Augartener Gewächshaus nebeneinander vorkommenden Milben sind nahe verwandt, rein äußerlich lassen sich *Br. phoenicis* und *Br. inornatus* nicht unterscheiden. Beide sind in Form, Farbe und Größe etwa gleich. Tabelle 1 gibt die Messungen von je 50 Weibchen und je 50 Eiern wieder.

Tabelle 1

Größenmessungen in Millimeter

		Alttiere		Eier	
		Länge	Breite	Länge	Breite
Br. phoenicis .	♀	0·308 ± 0·011	0·166 ± 0·001	0·105 ± 0·000	0·060 ± 0·001
Br. inornatus .	♀	0·294 ± 0·012	0·164 ± 0·005	0·107 ± 0·005	0·075 ± 0·002
	♂	0·293	0·158		

Von *Br. phoenicis* sind in Europa bisher keine Männchen bekannt und ließen sich bei den Untersuchungen des sehr reichlichen Materials aus Wien auch nicht auffinden, während von *Br. inornatus* die Maße von drei Männchen gewonnen werden konnten. Die Weibchen beider Arten sind durchschnittlich 0·300 mm lang und 0·165 mm breit. Die geringfügigen Unterschiede liegen im Rahmen der Fehlergrenzen.

*) Hiermit möchte ich Herrn Direktor Dr. Beran meinen herzlichsten Dank für die Überlassung des Materials aussprechen.

Tabelle 2:

Entwicklungsrhythmus von *Brevipalpus phoenicis* u. *inornatus* (Durchschnitt in Tagen)

	Br. phoenicis	*Br. inornatus*	
	24° C	20° C	24° C
Ei bis Larve	9·9	11·8	9·8
Larve bis 1. Nymphe	5·7	6·3	5·5
1. bis 2. Nymphe	5·9	6·2	5·5
2. Nymphe bis Imago	6·7	6·5	5·5
Gesamtentwicklung	28·2	30·8	26·3

Die Eier beider Arten sind tiefrot gefärbt und länglich in ihrer Form. Sie werden vor allem auf der Unterseite der besiedelten Blätter abgesetzt. Als besondere Eigenart verdient erwähnt zu werden, daß die Tiere geschützte Plätze auswählen, um ihre Eier zu deponieren. Dabei bevorzugen sie die Vertiefungen entlang der Hauptrippe und besonders dicht behaarte Stellen. Bei sehr starkem Befall und bei Fehlen von Verstecken, wie es auf den glatten Blättern der Phönixpalme der Fall ist, benutzen die Weibchen die zurückgebliebenen Exuvien der älteren Jugendstadien, in die sie nacheinander mehrere Eier hineinpraktizieren. In den Zuchtkäfigen (Dosse 1957), wo durch regelmäßiges Umsetzen auf frische Blätter keine Häute zur Verfügung standen, wurden die Ränder zwischen Blatt und Käfig als Schutz verwandt.

Der Entwicklungsrhythmus beider *Brevipalpus*-Arten verläuft ähnlich. Er wurde bei rund 20° C und zirka 24° C Dauertemperatur auf Zierefeu nachgeprüft. Auch für *Br. phoenicis* wurde aus Ermangelung von Palmen diese Nährpflanze gewählt.

Tabelle 2 gibt die Entwicklungszeiten der einzelnen Stadien wieder. Wie man daraus entnehmen kann, dauert die Embryonalentwicklung mit rund 10 Tagen am längsten, während die Jugendstadien von Häutung zu Häutung einen fast regelmäßigen Zeitraum beanspruchen. Von der Ablage des Eies bis zum Erscheinen der Imago benötigen beide Arten in der höheren Temperatur 26 bis 28 Tage, in der tieferen zirka 30. Insgesamt geht die Entwicklung äußerst langsam vor sich, und man kann unter den genannten Temperaturbedingungen für eine Generation mit einem Monat rechnen. Beide Arten pflanzen sich parthenogenetisch fort, die Präovipositionszeit dauert mindestens 4 Tage, meist aber länger.

Nicht nur in der Biologie, auch in dem durch sie verursachten Schaden sind beide Arten ähnlich. Bei geringem Befall glaubt man kaum an eine Schädlichkeit, da durch die Kleinheit der Milben und ihre träge Lebensweise die Saugtätigkeit nur gering zu sein scheint. Die besiedelten Pflanzen müssen eine beachtlich lange Zeit im Gewächshaus stehen, ehe die Milbenpopulationen eine Gefahr darstellen. Beobachtet man aber die

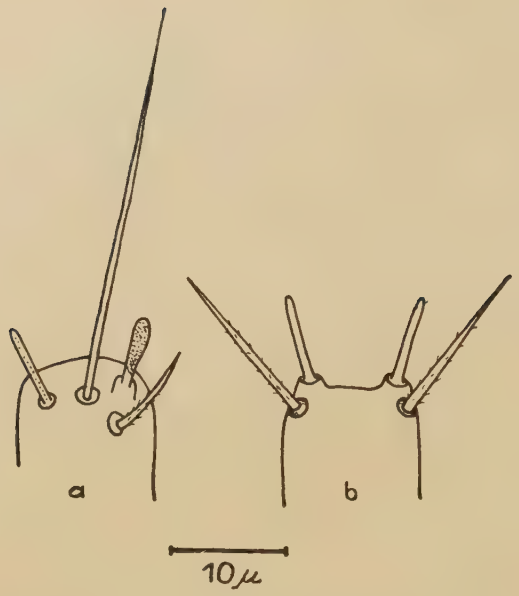


Abb. 1. *Br. phoenicis*, Tarsus II (a und b dorsal)

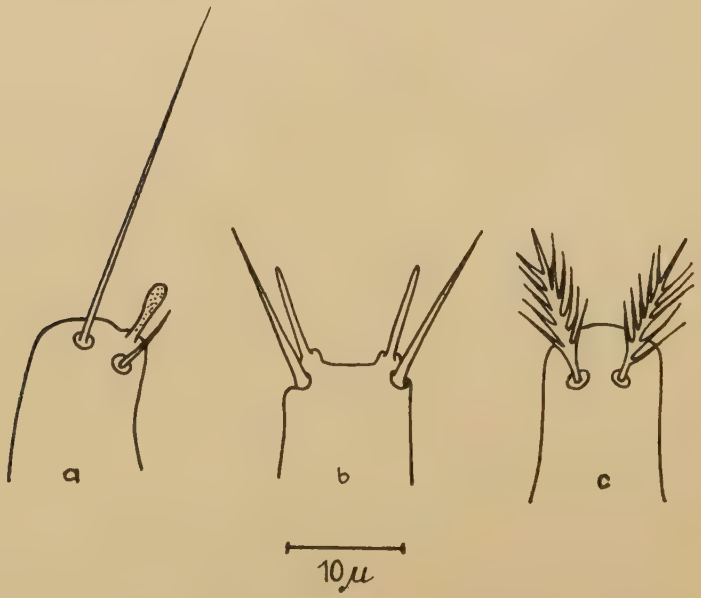


Abb. 2. *Br. inornatus*, Tarsus II (a und b dorsal, c ventral)

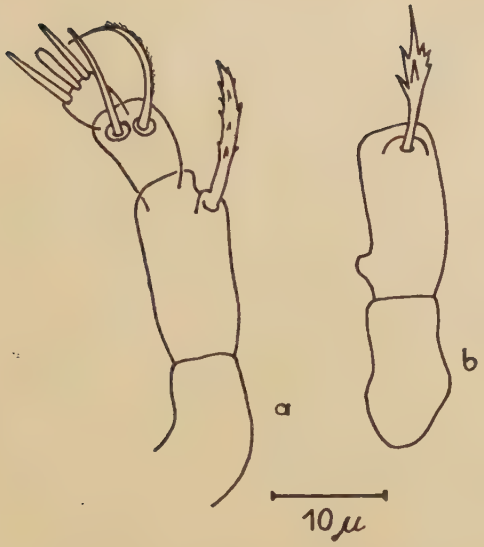


Abb. 3. *Br. phoenicis,* Pedipalpus

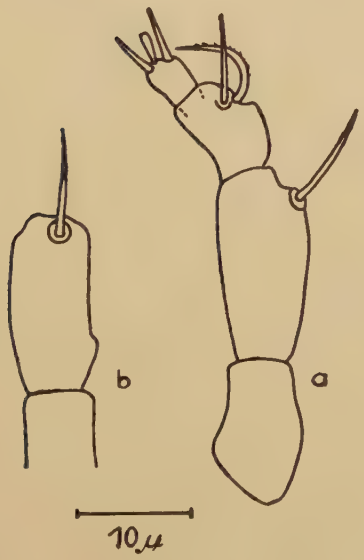


Abb. 4. *Br. inornatus,* Pedipalpus

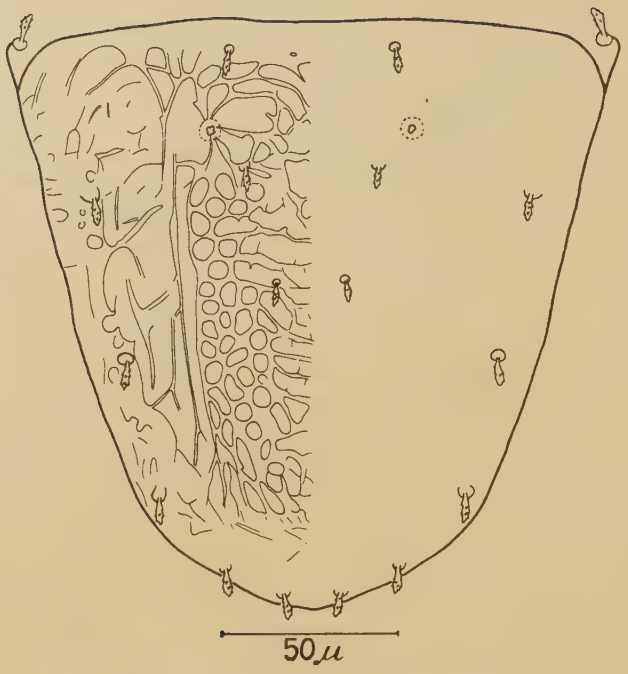


Abb. 5. *Br. phoenicis,* Hysterosoma

Blattspreite, wo eine Milbe längere Zeit gänzlich still und unbeweglich gesessen hatte, so sieht man winzige kleine Stichstellen, die von ihrer Aktivität Zeugnis ablegen. Bei entsprechendem Befall treten ähnliche Schadbilder auf, wie wir sie von der Obstbaumspinnmilbe *Metatetranychus ulmi* Koch her kennen. Es kommt zu fleckenweiser Verfärbung der Blattspreiten, bis das ganze Blatt bronzeartig getönt ist und rasch verwelkt. Die Phönixpalme zeigt hierbei die gleichen Symptome wie alle andern genannten Wirtspflanzen.

Die beiden im Augartener Gewächshaus nebeneinander vorkommenden *Brevipalpus*-Arten sind, wie die Ausführungen zeigen, leicht zu verwechseln. Bei gleicher Größe und gleichem Habitus sind auch ihre Biologie und ihr Schadbild ähnlich. Und doch trennen morphologische Unterschiede die Arten deutlich von einander ab. Das Hauptunterscheidungsmerkmal liegt nach Pritchard und Baker (1951) im Tarsus II. Hier finden wir bei *Br. inornatus* nur ein einziges hantelartiges Sinnesorgan, das stets an der Außenseite eingelenkt ist. Bei *Br. phoenicis* ist neben diesem auf der Innenseite ein zweites, gleich großes, an die Form eines Schiffspfahls erinnerndes Sinnesorgan (sensory rod) vorhanden. Insgesamt besteht die Beborstung bei *Br. phoenicis* also aus 10, bei *Br. in-*

ornatus aus 9 Anhängen, abgesehen vom Empodium. Der besseren Übersicht wegen wurde in den Abbildungen 1 und 2 die Tarsalbeborstung getrennt wiedergegeben, wobei a und b jeweils das Bild von dorsal und c das für beide Arten gemeinsame, von ventral gesehene darstellt. Das hantelartige Sinnesorgan ist bei beiden Arten, sowohl bei den Alttieren, wie auch bei den Larven und Nymphen, auf den Tarsen der beiden ersten Beinpaare vorhanden, nur das Weibchen von *Br. phoenicis* trägt auf seinem Tarsus II das oben beschriebene zusätzliche. (In der Arbeit über *Br. inornatus* in dieser Zeitschrift **18**, 1957, S. 14, wurde bei *Br. phoenicis* versehentlich die Zahl der kölbchenförmigen Sinnesorgane mit der der Sinnesborste vertauscht.)

Wenn auch die Beborstung des Tarsus II das hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmal der beiden Arten darstellt, so ließen sich doch noch weitere Unterschiede feststellen. Das auf dem Palpfemur stehende Haar ist bei *Br. phoenicis* wesentlich stärker ausgebildet, knolliger und mit größeren Zacken versehen als bei *Br. inornatus* (Abb. 3 a und 4 a).

Das Hysterosoma trägt bei beiden Arten 5 Paar dorso-lateraler Haare und kennzeichnet somit die enge Verwandtschaft, es unterscheidet sich aber in seiner Gesamtstruktur. Diese ist für jede Art so charakteristisch, daß allein dieses Merkmal genügt, um beide Formen anzusprechen. Die zwischen den medianen und lateralen Borstenreihen gelegenen Längsrillen

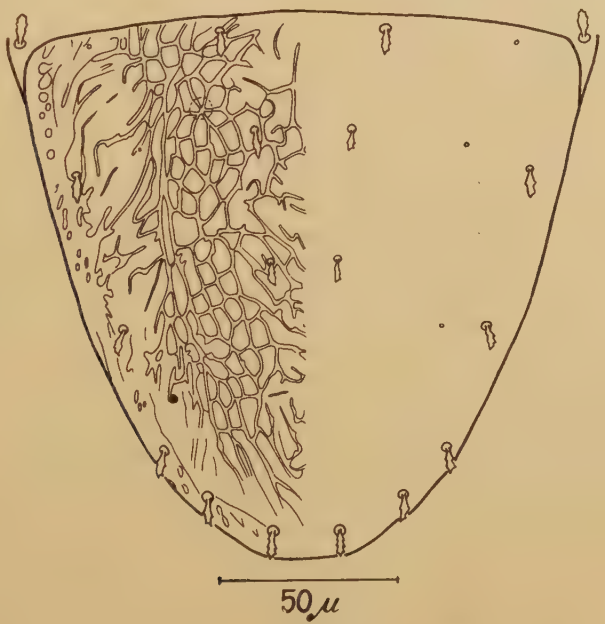


Abb. 6. *Br. inornatus*, Hysterosoma

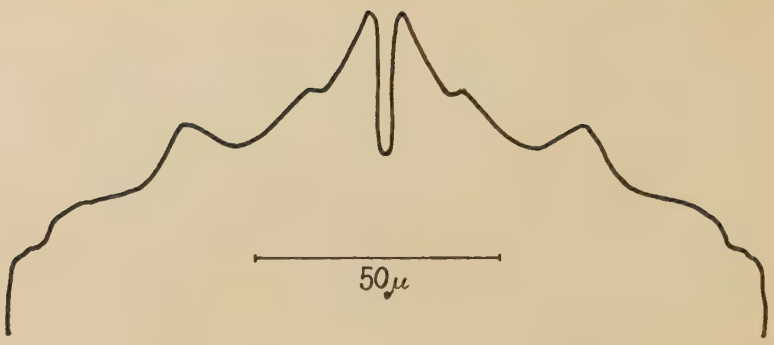


Abb. 7. *Br. inornatus*, Propodosoma-Vorderrand

sind mit Zellen von unterschiedlicher Gestalt ausgefüllt. Während die zellartigen Gebilde bei *Br. phoenicis* stets rundlich und ziemlich gleichmäßig sind, finden wir bei *Br. inornatus* langgestreckte, wabenartige. Diese Zellen variieren selbstverständlich innerhalb der beiden Arten etwas, der Grundtypus bleibt aber bei allen Exemplaren der gleiche, so daß diese Struktur als artspezifisch angesehen werden muß (Abb. 5 und 6). Auch in bezug auf das Medianfeld lassen sich Unterschiede erkennen. Die Zeichnung ist bei *Br. inornatus* verschwommen, großmaschig, bei *Br. phoenicis* dagegen lassen sich festere Strukturen von engmaschigerer Art beobachten. Auch hier muß festgehalten werden, daß der Aufbau für jede Art, abgesehen von kleineren individuellen Schwankungen, bei allen Tieren wiederkehrt. Die beiden Porenöffnungen auf dem Hysterosoma fallen bei *Br. phoenicis* stärker ins Auge als bei *Br. inornatus.*

Die von Pritchard und Baker (1951) für *Br. inornatus* angeführte knopfartige Verdickung des Palpfemurs kann nach unseren Befunden nicht als Unterscheidungsmerkmal herangezogen werden. Auch bei *Br. phoenicis* ist diese vorhanden, wenn auch nicht ganz so ausgeprägt.

Da das Sichtbarwerden dieser Ausbuchtungen von der Lage der Pedipalpen abhängig ist, lassen sie sich nicht in jedem Falle deutlich ansprechen. In Abb. 3b und 4b ist der Palpfemur so gedreht, daß man sich bei gleicher Vergrößerung ein Bild dieser Verdickungen machen kann.

Untersuchungen des Propodosoma-Vorderrandes haben auch hier Abweichungen ergeben. Während bei *Br. inornatus* das Propodosoma jeweils aus einer Hauptspitze und einem nicht besonders auffälligen abgerundeten Vorsprung (Abb. 7) besteht, finden wir bei *Br. phoenicis* neben den Mittelspitzen auf jeder Seite 1 bis 3 Zacken (Abb. 8 und 9). Die Mittelspitzen können in manchen Fällen einseitig unterteilt sein, auch die Seitenzacken variieren in ihrer Größe und Länge. Und doch ist bei allen Individuen innerhalb der Art der Grundaufbau des Propodosomas spezifisch und läßt sich von dem der verwandten Form unterscheiden.

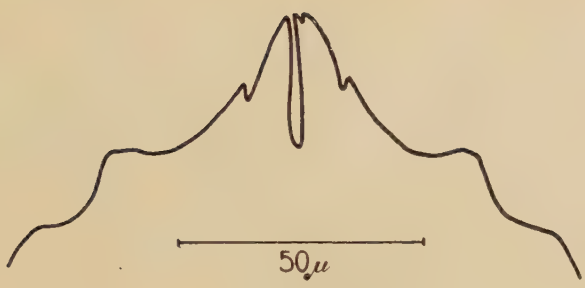
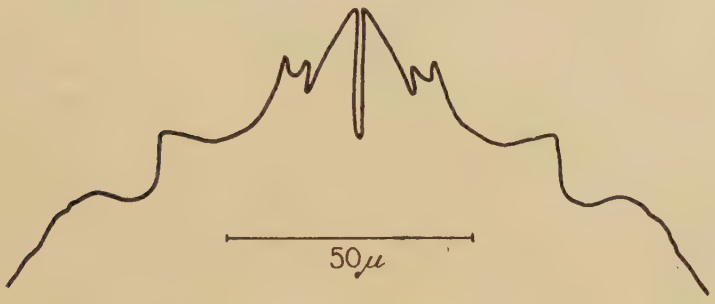


Abb. 8 und 9. *Br. phoenicis,* Propodosoma-Vorderrand



Die Larven und Nymphen beider *Brevipalpus*-Arten weisen nur geringfügige morphologische Unterschiede auf. Bei den Larven von *Br. phoenicis* ist die Humeralborste etwa dreimal so lang wie die von *Br. inornatus,* während die Länge der Lateralborsten nur wenig von einander abweicht. Auch die Nymphen von *Br. phoenicis* besitzen eine weit längere Humeralborste als die von *Br. inornatus,* hier stellt sich das Verhältnis wie 4 : 3 dar. Die ersten beiden Lateralhaarpaare sind bei den Larven beider Arten und den Nymphen von *Br. phoenicis* etwa gleich lang, bei den Nymphen von *Br. inornatus* dagegen auffällig länger, und zwar doppelt bis dreifach.

Zusammenfassung

Brevipalpus phoenicis und *Br. inornatus,* die beide im gleichen Gewächshaus gefunden wurden, sind in ihrem Habitus und in ihrer Größe gleich und können daher rein äußerlich nicht unterschieden werden. Auch Lebensweise und Entwicklungsrhythmus sind ähnlich. Einwandfrei lassen sich beide Arten durch folgende morphologische Merkmale von einander abgrenzen:

1. durch die unterschiedliche Beborstung von Tarsus II der Weibchen,
2. durch die verschiedene Beborstung des Palpfemurs,
3. durch die Struktur des Hysterosomas,
4. durch den anders gebauten Propodosoma-Vorderrand.

Summary

Brevipalpus phoenicis and *Br. inornatus* found in the same glasshouse are equal in their habitus and size and they cannot be distinguished by their exterior therefore. Mode of life and rhythm of development are similar. These two species can be distinguished exactly by the following morphological marks:

1. by the different arrangements of setae of tarsus II of the females,
2. by the different arrangements of setae of palpfemur,
3. by the structure of hysterosoma,
4. by the differently constructed anterior margin of propodosoma.

Literaturverzeichnis

Dosse, G. (1957): Die ersten Funde von *Brevipalpus inornatus* Banks *(Acar., Phytoptipalpidae)* in europäischen Gewächshäusern. Pflanzenschutz-Berichte **18**, 13—17.

Dosse, G. (1957): Arbeitsmethoden zu morphologischen und biologischen Untersuchungen von räuberischen Milben. Ztschr. angew. Ent. **40**, 155—160.

Geijskes, D. C. (1939): Beiträge zur Kenntnis der europäischen Spinnmilben *(Acari, Tetranychidae)*, mit besonderer Berücksichtigung der niederländischen Arten. Medd. Landbouwhoogeschool Wageningen **42**, 69 pp.

Planes Garcia, S. (1954): *Brevipalpus phoenicis*, a new Pest of Oranges in eastern Spain. Biol. Pat. veg. Ent. agric. **19**, 189—196, (R. a. E. **43**, 287, 1955.)

Pritchard, A. Earl and Edward W. Baker (1951): The False Spider Mites of California *(Acarina: Phytoptipalpidae)*. Univ. Calif. Publ. Ent. **9**, 95 pp.

(Aus der entomologischen Abteilung des Nationalmuseums, Praha
Vorstand Doz. Dr. Josef Mařan)

Neue Schildlausfunde in den Gewächshäusern der Tschechoslowakei

Von
Jiří Zahradník

1. Einleitung

Die Schildläuse, welche man in den Gewächshäusern auf Zierpflanzen findet, gehören zu den nicht nur artenreichsten, sondern auch zahlenmäßig häufigsten Gewächshaus-Insekten, von denen sehr viele manchmal Großschädlinge sind; die Mehrheit der Arten erzeugt nämlich mehrere Generationen im Jahre. Darum haben manche Spezialisten sie beachtet und ihre Ergebnisse in verschiedenen Arbeiten veröffentlicht. Archangelskaja (1929) hat z. B. eine Übersicht über die 23 Schildlausarten der Gewächshäuser von Moskwa und Leningrad gegeben; Lindinger (1924) veröffentlichte ein Verzeichnis von 47 in den europäischen Gewächshäusern bekannten Arten, später (1936) behandelt er einige Arten aus dem botanischen Garten in Berlin; Goux (1942) bearbeitete die Schildläuse der Gewächshäuser von Lyon; Miksiewicz (1948) gibt eine Übersicht über die 22 Arten aus den Gewächshäusern von Lwów an, usw. Eichler (1952) hat in seiner ausführlichen Bearbeitung der Gewächshausfauna ein Kapitel den Schildläusen gewidmet und gibt insgesamt 71 Arten von Schildläusen an. Diese Anzahl muß aber kleiner sein, weil im Artenverzeichnis einige Arten unter mehreren Namen angeführt sind (z. B. *Asterolecanium epidendri* (Bouché) und *A. oncidii* (Cockerell) statt nur *A. epidendri; Diaspis echinocacti* (Bouché) und *D. calyptroides* statt nur *D. echinocacti* usw.).

Obwohl der Grundstock der Schildlausfauna in allen größeren Gewächshäusern fast derselbe ist, wäre es trotzdem nicht ohne Interesse, das Vorkommen aller Arten in jedem größeren Gewächshaus festzustellen, die Entwicklungszyklen und Vermehrungspotenz, ebenso die Einflüsse der Schildläuse auf die befallenen Pflanzen und Wirkung der Insektizide zu beobachten. Man sieht z. B., daß einige Arten, welche in den Tropen und Subtropen polyphag sind, in den Gewächshäusern nur eine kleine Anzahl von Nährpflanzen aufsuchen (z. B. *Parlatoria proteus,* in den Tropen eine polyphage Art, ist in den mitteleuropäischen Gewächshäusern auf Orchideen oligophag).

Die Schildlausfauna der Gewächshäuser der Tschechoslowakei wurde noch nicht ausführlich bearbeitet und man findet über das Vorkommen und die Häufigkeit dieser Arten nur kleinere Mitteilungen in den Arbeiten von Baudyš (1924), Lindinger (1924) und Zahradník (1953,

1953 a. 1954). Fast alle Arten, welche ich in den Jahren 1950 bis 1956 in den Gewächshäusern der Tschechoslowakei gefunden habe, gehören zu der ausgesprochenen Gewächshausfauna, das heißt, daß ich sie unter den klimatischen Verhältnissen der Tschechoslowakei im Freien nicht beobachtet habe. Die Ausnahme bildet nur *Pulvinaria floccifera* (Westwood), welche nicht nur in Gewächshäusern lebt und schadet, sondern auch im Freien vorkommt (die Südslowakei: Bratislava, Mlyňany, auf *Ilex* sp., in beiden Fällen im Garten, wohin sie wahrscheinlich mit der Nährpflanze aus Mittelmeerländern eingeschleppt wurde). Von den einheimischen Arten, welche auch hie und da in die Gewächshäuser aus dem Freien übergehen und sich dort einbürgern (vergl. Goux, 1942), habe ich während meiner Untersuchungen keine einzige im Gewächshaus beobachtet. Die Mehrheit von Schildlausarten, welche man jetzt (1956) in den Gewächshäusern der Tschechoslowakei findet, wurde größtenteils mit den Zierpflanzen eingeschleppt, welche aus den ausländischen botanischen Gärten importiert wurden. In mehreren Fällen kann man den Ursprung der Einschleppung feststellen: z. B. erfolgte die Einschleppung von *Pericerya purchasi* (Maskell) mit Akazien aus einem belgischen Gewächshaus in die Tschechoslowakei (Zahradník 1954). Während der letzten 20 Jahre wurden aber keine Pflanzen aus den ausländischen botanischen Gärten oder aus ihrem Heimatgebiet nach der Tschechoslowakei mehr importiert, weil statt der Pflanzen nur die Samen bezogen werden. Damit ist eine Einschleppung von weiteren Cocciden-Arten ausgeschlossen; das bedeutet, daß alle Arten, welche heute in den Gewächshäusern der Tschechoslowakei vorkommen, hier schon mehrere Jahre leben und hier eingebürgert sind. So wird die Schildlausfauna nicht mehr bereichert, sondern infolge der mechanischen Vernichtung und besonders der chemischen Behandlung mit Insektiziden, unter denen die systemischen von besonderer Wirksamkeit sind; manche Arten erscheinen durch diese Stoffe aus den Gewächshäusern völlig ausgerottet[1]).

Früher waren aus den Gewächshäusern der Tschechoslowakei 27 Arten bekannt. Dazu füge ich weitere 8 Arten bei, welche ich hier in den letzten Jahren (1952—1956) zum ersten Mal festgestellt habe, womit sich die Anzahl von Arten auf 35 erhöht. Bei meinen Untersuchungen habe ich die größte Aufmerksamkeit den Gewächshäusern der Karls-Universität in Praha gewidmet, welche die größten und hinsichtlich Pflanzenarten die reichsten in der Tschechoslowakei sind; gelegentlich habe ich auch die

[1]) Vergl. z. B. Eichler (1953: 46): „In den Dahlemer Gewächshäusern sind heute (1950) Blattläuse (ebenso wie Schildläuse) so gut wie nicht mehr vorhanden, da die Bekämpfung mit E 605 (Dimethylparanitrophenylmonothiophosphat) zu einem vollen Erfolg wurde". Ebenso schreibt Schmutterer über die Wirkung von E 605 auf die Cocciden (1952: 70): „Durch intensive Bekämpfung mit E 605 ist die Zahl der Cocciden in den Gewächshäusern des Botanischen Gartens von Erlangen stark zurückgegangen."

übrigen Gewächshäuser, und zwar die der Masaryk-Universität in Brno und des Schlosses in Lednice (Mähren) und die der Komenský-Universität in Bratislava (Slowakei) untersucht, um die Schildlausfauna dieser Gewächshäuser mit der Prager vergleichen zu können.

2. Übersicht der neu festgestellten Arten

Familie PSEUDOCOCCIDAE

PSEUDOCOCCUS GAHANI Green 1915

Die Art ist in den Gewächshäusern in Westeuropa und der UdSSR schon lange bekannt, in Mitteleuropa aber nur in Lwów festgestellt (Miksiewicz, 1948). Ich habe sie zum ersten Mal in der Tschechoslowakei am 5. Mai 1956 auf *Ficus carica* und *Ficus* sp. gefunden (siehe Abb. 1), wo sie besonders auf jungen Blättern sehr häufig war und gemeinsam mit *Ps. adonidum* saugte; sie verursachte die Mißbildungen von Blättern.

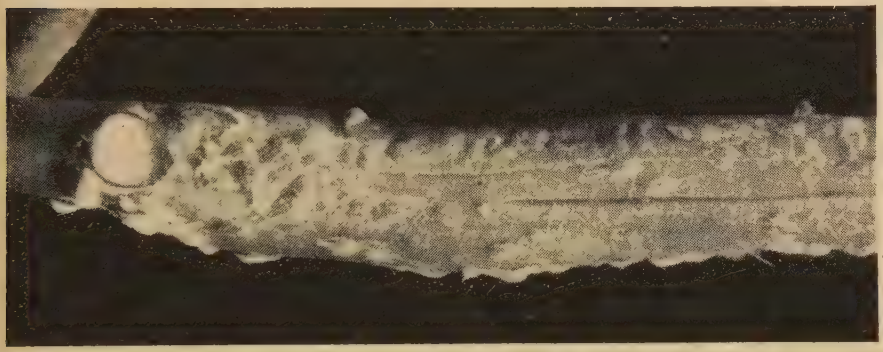


Abb. 1. *Pseudococcus gahani* Green. Weibchen auf einem jungen, noch eingehüllten Blatt von *Ficus* sp.; unter den Weibchen von *Ps. gahani* befinden sich auch die Weibchen von *Ps. adonidum* (L.), welche lange Abdominalfäden haben. — Praha, 5. Mai 1956

PSEUDOCOCCUS MARITIMUS (Ehrhorn 1900)

gehört zu den sehr schädlichen Arten in den warmen Gegenden der Welt, wo sie hauptsächlich die Obstkulturen (*Citrus, Pirus* usw.) befällt. Ihr Vorkommen in den mitteleuropäischen Gewächshäusern hat Miksiewicz (1948 in Lwów) festgestellt. Ich habe die genannte Art in den Gewächshäusern von Bratislava am 5. Juli 1954 auf *Rhodospatha heliconiifolia (Araceae)* gefunden.

Familie ASTEROLECANIIDAE

ASTEROLECANIUM EPIDENDRI (Bouché 1844)

Diese polyphage Art ist in den Gewächshäusern Europas auch unter dem Namen *A. aureum* (Signoret) oder *A. oncidii* (Cockerell) bekannt. Ich habe sie in den Warmhäusern von Praha auf verschiedenen *Piper*-Arten

gesammelt, später auch in Bratislava, wo sie besonders im Jahre 1954 sehr schädlich im Warmhaus auf *Piper nigrum* und *Piper* sp. war. Die Weibchen bevorzugen die Unterseite der Blätter, auf welchen sie saugen. Auf den Blattoberseiten der befallenen Blätter zeigen sich gelbliche Flecken, welche die Umgebung von Einstichstellen der Mundorgane der Weibchen anzeigen. Die befallenen Blätter sind entstellt und sterben ab. Ich habe keine Männchen beobachtet, die Vermehrung erfolgt eingeschlechtlich.

Familie DIASPIDIDAE
CHRYSOMPHALUS DICTYOSPERMI (Morgan 1889)

gehörte in den früheren Jahren zu den schlimmsten Schädlingen der Palmen, welche sie in großer Zahl befallen hat, so daß die einzelnen Stadien dicht nebeneinander saßen und saugten (vergl. Abb. 2). *Ch. dictyo-*

Abb. 2. *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan). Schilder aller Stadien auf dem Blatt von *Phoenix canariensis* Chb. — Praha, 23. Juli 1952

spermi wurde von Baudyš (1924) aus Praha (Freiland, auf *Prunus laurocerasus!)* beschrieben. Meiner Meinung nach war die Bestimmung der Art nicht genau, weil *Ch. dictyospermi* in den klimatischen Verhältnissen von Mitteleuropa nur in den Gewächshäusern gedeiht. Ich habe sie im Prager Gewächshaus (Kalt- und Warmhaus) jedes Jahr seit 1952 beobachtet. Sie hat vorzugsweise die Palmen *(Phoenix, Kentia),* den Lorbeerbaum *(Laurus nobilis), Ilex, Nerium oleander, Camellia* und eine ganze Reihe anderer Nährpflanzen befallen. Sie kommt auch in Brno und Bratislava sehr häufig vor.

MYCETASPIS PERSONATUS (Comstock 1883)

eine weltweit verbreitete Art, die sehr häufig in den Tropen auf vielen Pflanzenarten zu finden ist. Im Prager Gewächshaus habe ich sie am 14. Juli 1953 nicht häufig und nur auf Blättern von verschiedenen *Bromeliaceae* festgestellt, wo sie gemeinsam mit *Gymnaspis aechmeae*

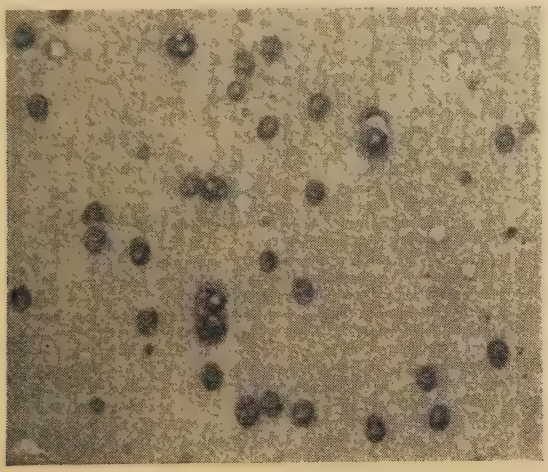


Abb. 3. *Mycetaspis personatus* (Comstock). Schilder auf einer *Bromeliaceae*-Art. — Praha, 11. Juli 1953

Newstead lebt. Man findet sie auch unter der Epidermis der Blätter (vergl. Abb. 3). Zum Unterschied von *G. aechmeae*, deren Weibchen auch unter schwarzen Schildern leben, sind die Schilder der Weibchen von *M. personatus* sehr stark ausgewölbt und die Weibchen sind nicht in der Exuvie der Zweitlarve eingeschlossen.

PARLATORIA PROTEUS (Curtis 1843)

P. proteus ist in den tropischen Gegenden weit verbreitet, in Europa lebt sie nur in den Gewächshäusern. Die Schilder der Weibchen sind sehr dünn, so daß die Weibchen und auch die abgelegten Eier durchleuchten. Die Art ist als polyphag bekannt (Balachowsky, 1953); in der Tschechoslowakei, wo ich sie im Prager Gewächshaus zum ersten Mal am 14. Juli 1953 in einer großen Zahl von Exemplaren feststellen konnte, kenne ich sie nur auf verschiedenen Orchideen. Sie war besonders auf *Vanda suavis* und *Vanda* sp. und *Bulbophyllum* sp. häufig; in Gewächshäusern von Bratislava habe ich sie auf *Cymbidium* sp. gefunden. Die Bespritzung von Orchideen mit systemischen Insektiziden (Systox), welche im Prager Orchideenhaus im Herbst 1956 durchgeführt wurde, hatte eine große Verminderung der Kolonien dieses Schädlings zur Folge.

Abb. 4. *Parlatoria proteus* (Curtis). Schilder von Weibchen und Männchen auf dem Blatt von *Vanda* sp. — Praha, 14. Juli 1953

DIASPIS BROMELIAE (Kerner 1778)

Die ursprünglich neotropische Art ist als Schädling von *Ananas*-Kulturen in den Tropen und Subtropen bekannt. In Europa kommt sie nur unter den ökologischen Verhältnissen der Gewächshäuser vor. Ich habe sie in der Tschechoslowakei am 6. Jänner 1952 im Warmhaus auf Blättern von *Ananas sativus* gefunden.

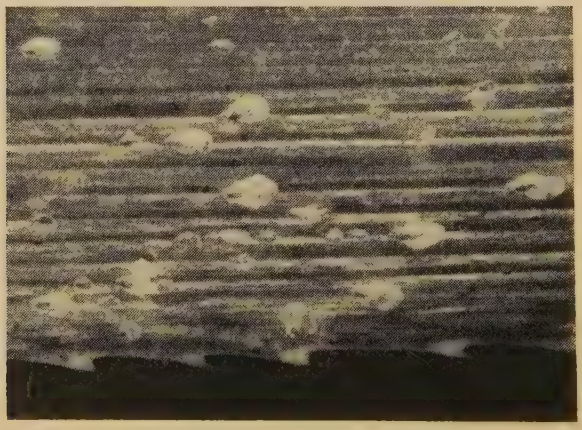


Abb. 5. *Pinnaspis buxi* (Bouché). Schilder von Weibchen auf dem Blatt von *Pandanus veitschii*. — Praha, 11. Juli 1953

wurde besonders in den älteren Literaturangaben mit der nahe verwandten *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret) verwechselt. Nach Balachowsky (1954: 280) lebt die Art in Europa nur in den Gewächshäusern. Ich konnte sie am 12. Juni 1953 zum ersten Mal in den Gewächshäusern von Praha auf Blättern von *Pandanus veitschii* beobachten (siehe Abb. 5). Über das Vorkommen der Männchen existieren in der Literatur keine Angaben. Ich habe auch nur die Weibchen gefunden, so daß sich die Art wahrscheinlich eingeschlechtlich fortpflanzte.

Zusammenfassung

Es wird über die erstmalige Feststellung folgender acht Schildlausarten berichtet. *Pseudococcus gahani* Green, in Praha; *Pseudococcus maritimus* (Ehrhorn), in Bratislava; *Asterolecanium epidendri* (Bouché), in Praha und Bratislava; *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan), in Praha, Brno und Bratislava; *Mycetaspis personatus* (Comstock), in Praha; *Parlatoria proteus* (Curtis), in Praha und Bratislava; *Diaspis bromeliae* (Kerner), in Praha; *Pinnaspis buxi* (Bouché), in Praha.

Summary

The author reports on 8 species of Scale insects (Coccoidea), before unknown in greenhouses of Czechoslovakia. They are: *Pseudococcus gahani* Green — Praha; *Ps. maritimus* (Ehrhorn) — Bratislava; *Asterolecanium epidendri* (Bouché) — Praha and Bratislava; *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan) — Praha, Brno and Bratislava; *Mycetaspis personatus* (Comstock) — Praha; *Parlatoria proteus* (Curtis) — Praha and Bratislava; *Diaspis bromeliae* (Kerner) — Praha; *Pinnaspis buxi* (Bouché) — Praha.

Literaturnachweis

Archangelskaja, A. (1929): The list of the Scale-Insects (Coccidae) collected in the hothouses of the Botanical Gardens in Moscow and Leningrad at February of 1929. — Bolezni rastenij, **18**, 188—201.

Balachowsky, A. S. (1953): Les Cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du Bassin méditerranéen, **7**, 725—929, pls. CX — CLV, Paris.

Balachowsky, A. S. (1954): Les Cochenilles paléarctiques de la tribu des Diaspidini. — Mém. scient. Inst. Pasteur, 450 pp., 106 pls., Paris.

Baudyš, E. (1924): Příspěvek k rozšíření červců v Čechách. — Acta Soc. ent. Bohemoslov., 1—2, 18—22, Praha.

Eichler, W. (1952): Die Tierwelt der Gewächshäuser. 93 pp., 11 Abb., Leipzig.

Goux, L. (1942): Remarques sur le peuplement des serres par les Cochenilles (Hem. Coccidae). — Bull. Soc. Linn. Provence, **13** (1), 1—10 (Sep.).

Lindinger, L. (1924): Die Schildläuse der mitteleuropäischen Gewächshäuser. — Ent. Jahrbuch, **33—34**, 167—191, Leipzig.

Lindinger, L. (1936): Über einige Schildläuse des Berliner botanischen Gartens (Coccidae). — Arb. phys. angew. Ent. Berlin-Dahlem, **3** (2), 153—155.

Miksiewicz, M. (1948): Coccidae de serres, de parcs et de vergers de la ville Lwów. — Bull. ent. Pologne, **18** (2—4), 248—253.

Schmutterer, H. (1952): Die Ökologie der Cocciden Frankens. — Z. angew. Ent., **33**, 369—420, 544—584; **34**, 65—100, 47 Abb.

Zahradník, J. (1953): Orthezia insignis Browne v Československu. — Časopis Nár. musea, oddíl přírodovědný, **122**, 201—203, 2 Abb., Praha.

Zahradník, J. (1953 a): Première contribution à la connaissance des Cochenilles vivant dans les serres du Jardin des Plantes à Praha. — Acta ent. Mus. Nat. Pragae, **28** (1952), 125—148, 12 pls., Praha.

Zahradník, J. (1954): La Cochenille australienne Pericerya purchasi (Mask.) et sa répartition en Europe centrale. — Fol. zool. et entomol., **3**, (4), 295—297, Praha.

(Aus der Biologischen Bundesanstalt, Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt)

Die biologische Schädlingsbekämpfung in Kanada — Eindrücke von einer Studienreise

Von
J. Franz

Die Weltzentren der biologischen Bekämpfung, d. h. der Verwendung von Organismen zur Verminderung schädlicher Tiere oder Pflanzen, liegen in relativ warmen Klimaten und haben teilweise insulären Charakter. Seit dem Ende des letzten Jahrhunderts gibt es z. B. Speziallaboratorien für die Ansiedlung importierter Nutzinsekten in Kalifornien und in Hawaii. Der feste Einbau dieser Verfahren in die Pflanzenschutz-Pra-

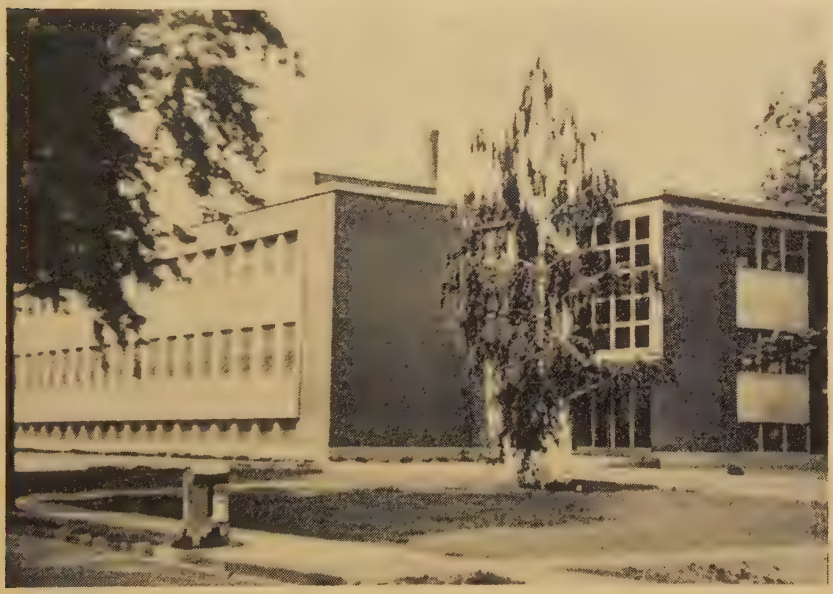


Abb. 1. Das Entomology Laboratory in Belleville, Ont., das modernste Institut für biologische Schädlingsbekämpfung (Fot. J. Franz)

xis zeigt, wie sehr sie sich dort bewährt haben. Daraus wurde bisweilen der Schluß gezogen, daß der Einsatz von Nutzorganismen immer nur an warme Klimate und ökologische Insellagen gebunden sei. Daß dem nicht so ist, zeigen die Verhältnisse in Kanada. In keinem Land der Welt hat die angewandte Entomologie in den letzten zwei Jahrzehnten einen derartigen Aufschwung genommen wie dort; dabei sind die ökologische

Grundlagenforschung und die biologische Bekämpfung ausgesprochene Schwerpunkte. Allein im Dienste der Kanadischen Bundesforschungsanstalten (Division of Entomology und Division of Forest Biology des Science Service) arbeiten forschend zur Zeit 360 Entomologen; dazu kommen weitere Stellen für Forschung und Praxis bei den Provinz-Instituten und den Universitäten. Wenn ein Volk von nur 14 Millionen diesen Aufwand für die Forschung macht, muß das seine guten Gründe haben. Nicht umsonst wurde vor zwei Jahren das modernste und größte Institut der Welt für biologische Bekämpfung in Kanada gebaut (Entomology Laboratory, Belleville, Ont., Abb. 1), und nicht ohne Grund besitzt Kanada im Laboratory of Insect Pathology in Sault Ste. Marie das besteingerichtete Institut für Insektenkrankheiten. Eine mit dankenswerter Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierte Studienreise ließ mich mit den Aufgaben und Zielen dieser Arbeiten in Kanada bekannt werden. Die im folgenden geschilderten Eindrücke greifen nur einige besonders bemerkenswerte Einzelheiten heraus.[1])

Einbürgerung von importierten Nutzinsekten

Sind von fremden Ländern neue Schädlinge oder Unkräuter eingeschleppt worden, so ist die nachträgliche Einfuhr von natürlichen Gegenspielern zumeist der einfachste und billigste Weg zu ihrer dauernden Unterdrückung. Gerade auf dem riesigen nordamerikanischen Kontinent mit seinem Mangel an Menschen bietet sich diese Methode als ein besonders rationelles, weil arbeitsparendes Verfahren an. Von den Erfolgen, die damit in Kanada bereits erzielt worden sind, seien hier nur folgende Beispiele genannt: Die Unterdrückung des Goldafters *(Euproctis chrysorrhoea* L.*)*, der Lärchenblattwespe *(Pristiphora erichsonii* [Htg.]*)*, des Weidenspinners *(Stilpnotia salicis* [L.]*)*, der Apfelschildlaus *(Phenacoccus aceris* [Sign.]*)*, der Pflaumenschildlaus *(Lecanium corni* Bouché*)*, der Haselnuß-Schildlaus (*Lecanium coryli* [L.]) und der Apfelblutlaus *(Eriosoma lanigerum* [Hausm.]*)* in weiten Teilen des Landes durch eingeführte spezifische Parasiten (vgl. McLeod, 1953). Dies bedeutete einen im Verhältnis zum Aufwand enormen volkswirtschaftlichen Vorteil. Wenn durch solche Gegenaktion natürlicher Feinde Schädlinge nicht ausgerottet, sondern nur stark reduziert werden, so ist das kein Nachteil der Methode, sondern ein Vorteil: Nur das Weiterbestehen einer — in gelungenen Fällen wirtschaftlich unbedeutenden — Restbevölkerung des ehemaligen Schädlings sichert für den Kreis seiner spezifischen natürlichen Feinde die Weiterexistenz und schafft somit ein Heer von Wächtern, das bereit steht, bei jeder neuen Einschleppung zuzuschlagen, und das wachsamer ist, als die meisten Quarantäne-Dienste es sein können.

[1]) Weiteres siehe in dem Beitrag: Persönliche Eindrücke vom Stand der biologischen Schädlingsbekämpfung in Nordamerika. — Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **9**, 1957, 49—56.

Abb. 2. Blick in ein Quarantäne-Laboratorium in Belleville, Ont. Zucht der Parasiten des Kiefern-Knospenwicklers in Einzelröhrchen (unten) und Dunkelkästen mit Schlüpfgläsern (oben) (Fot. J. Franz)

Wer also Ausrottung durch biologische Maßnahmen fordert (B o e t t g e r, 1956), zeigt, daß ihm das Wesen dieser Verfahren fremd geblieben ist.

Die gesamte Einfuhr lebender Nutzinsekten nach Kanada wird heute über das obengenannte Institut in Belleville, Ont., geleitet. In einem eigenen, mit konstanter Temperatur und Feuchtigkeit versorgten Flügel des Laboratoriums werden in kleinen, durch mehrfache Schleusen und strenge Arbeitsregeln gesicherten Zimmern die eingehenden Sendungen geöffnet. Gewöhnlich müssen erst die zur Freilassung geeigneten Stadien der Parasiten und Raubinsekten gezüchtet werden. (Abb. 2). Dabei wird sehr sorgfältig darauf geachtet, daß weder Schädlinge, die an mitübersandten Pflanzenteilen verborgen sein mögen, noch Hyperparasiten, also Schmarotzer nützlicher Parasiten, freikommen können. Alle Reste der Sendung müssen vergast werden, und nur in ihrer Wirkung näher untersuchte Parasiten oder Prädatoren werden freigelassen. Mit der gleichen Strenge wird auch in den Vereinigten Staaten die Einfuhr von Nutzorganismen überwacht. Es dürfte höchste Zeit sein, nun auch bei uns solche Einfuhr-Kontrollstellen zu schaffen, bevor wir die gleichen üblen Erfahrungen sammeln wie die Amerikaner vor 30 und 40 Jahren.

Von den Projekten zur Bekämpfung zumeist eingeschleppter Schädlinge, die gegenwärtig in Kanada durch Importe von Nutzinsekten bear-

beitet werden, mögen folgende interessieren: Die Einfuhr von europäischen Feinden des Kleinen Frostspanners *(Cheimatobia brumata* [L.]), des Kiefernknospenwicklers *(Rhyacionia buoliana* [Schiff.]), der Tannenstammlaus *(Adelges [Dreyfusia] piceae* [Ratz.]) und des Tannentriebwicklers *(Choristoneura fumiferana* [Clem.]), wobei gegen die letzte Art, den berüchtigten amerikanischen „spruce budworm", die Verwendbarkeit von Schlupfwespen des europäischen Tannentriebwicklers *(Choristoneura murinana* [Hbn.]), überprüft wird. — Nur am Rande sei erwähnt, daß auch die Einfuhr von spezifischen Unkrautvertilgern dort bearbeitet wird, vorläufig gegen das besonders im Westen des Landes überhandnehmende Johannis-Kreuzkraut *(Hypericum perforatum).*

Abb. 3. An einer künstlich verbreiteten Virusseuche verendete Larven der Kiefernblattwespe *(Neodiprion sertifer)* (Fot. J. Franz)

Die Verwendung insektenpathogener Mikroorganismen zur Schädlingsbekämpfung hat ebenfalls in Kanada eine lange Tradition. Schon in den Zwanzigerjahren erreichte A. G. Dustan gewisse Erfolge bei der Bekämpfung des Apfelblattsaugers *(Psylla mali* [Schmdb.]*)* durch künstliche Verbreitung einer Mykose *(Entomophthora sphaerosperma* [Tres.]*)* in Nova Scotia. Heute verdanken wir den kanadischen Kollegen, vor allem den Mitarbeitern des Laboratory of Insect Pathology in Sault Ste. Marie, die ersten großräumigen Erfolge mit der künstlichen Verbreitung von Viruskrankheiten. Eine bis vor 15 Jahren im nördlichen Nordamerika noch als wichtigster Fichtenschädling angesehene Blattwespe *(Diprion hercyniae* [Htg.]*)* spielt heute praktisch keine Rolle mehr. Eine Reihe von aus Europa importierten Parasiten im Verein mit einer vermutlich auch eingeführten, später künstlich verbreiteten Virose halten die Populationsdichte des früheren Schädlings weit unter der „Schadensschwelle". Kleine Bevölkerungszunahmen, die nur dem speziell interessierten Beobachter bemerkbar werden, führen sofort zum Anstieg der Seuche und der Parasitierung (Bird 1956). Auch die ebenfalls aus Europa stammende Kiefernblattwespe *(Neodiprion sertifer* [Geoffr.]*)* wird durch die künstliche Ausbreitung einer spezifischen Virusseuche permanent kurzgehalten. (Abb. 3.) Dauerwirkung und Spezifität, also Schonung der anderen natürlichen Feinde, sind die markantesten Eigenschaften dieser Methode.

Gerade auf diesem noch relativ unentwickelten Gebiet lassen sich Fortschritte für die Praxis nur von einer ausgedehnten Grundlagenforschung erwarten. So steht auch in dem obengenannten Institut die Erforschung der Systematik, Physiologie, Vermehrbarkeit und populationsdynamischen Effekte der Erreger von Mykosen, Bakteriosen, Protozoosen und Virosen im Mittelpunkt einer als „team-work" organisierten Arbeit. (Abb. 4.) Eine weitere mikrobiologische Gruppe arbeitet ferner in dem genannten Laboratorium in Belleville, und in mehreren anderen entomologischen Instituten des Science Service gehört der Insektenpathologe bereits zu dem normalen Mitarbeiterstab (so in Fredericton, N. B., in Kentville, N. S. u. a.). Die Anregungen, die von dieser kanadischen Aktivität auf dem Gebiet der mikrobiologischen Bekämpfung ausgehen, haben bereits in Europa zu den ersten praktischen Erfolgen gegen forstliche und landwirtschaftliche Schädlinge geführt (vgl. Franz, 1956 [b]: Krieg, 1957). Auch der Schwerpunkt unseres Darmstädter Institutes für Biologische Schädlingsbekämpfung liegt zur Zeit auf diesem Sektor (Franz 1956 [a]).

Die Kombination biologischer und chemischer Maßnahmen im Pflanzenschutz beruht gewöhnlich darauf, daß man bei der Zusammenstellung des Behandlungsplanes mit Pestiziden nicht nur auf deren Wirkung gegenüber Schädlingen achtet, sondern auch die Ansprüche einzelner Nützlinge berücksichtigt. So entstand das inzwischen weit über

Abb. 4. Zwangsfüttern einer Blattwespenlarve unter dem Mikroskop, dabei Einführung bekannter Polyeder-Mengen in den Darm. Laboratory of Insect Pathology, Abt. F. T. Bird, Sault Ste. Marie, Ont. (Fot. J. Franz)

die Grenzen von Kanada bekanntgewordene modifizierte Bekämpfungsprogramm (modified spray program) von A. D. Pickett, dem Leiter des Entomologischen Institutes in Kentville, Nova Scotia. Durch sorgfältiges Studium der natürlichen Feinde wichtiger Schädlinge in Apfelanlagen, durch Beschränkung auf nur 5 bis 6 Spritzungen (statt früher der doppelten Anzahl), durch Ersatz von Schwefel- und DDT-Präparaten durch organische Fungizide (Glyodine) bzw. spezifische Mittel gegen den Apfelwickler (Ryania, ein pflanzliches Insektizid) gelang

es Pickett und seinen Mitarbeitern, eine sehr wirksame Nützlingsfauna wieder aufzubauen und zu erhalten. Die Bekämpfungskosten ließen sich ohne Minderung der Qualität des Erntegutes bedeutend senken. Je nach Datum und Konzentration von DDT-Spritzungen kann man Dauer und Stärke der durch solche Behandlung ausgelösten Milbenschäden in Freilandversuchen voraussagen (Pickett & Patterson, 1953; Lord 1956).

Fragen der spezifischen Förderung von Nutzorganismen durch überlegte Anwendung chemischer Mittel spielen in vielen Forschungsvorhaben eine Rolle. Erwähnt seien hier nur die Untersuchungen über die natürlichen Feinde des Kartoffelkäfers, die gegenwärtig an zwei Instituten laufen; sie wurden ausgelöst durch die nicht nur in Europa, sondern auch in

Abb. 5. Erwachsene Larve des Kartoffelkäfers mit ihrem wichtigsten amerikanischen Parasiten, der Tachine *Doryphorophaga doryphorae* (Riley) (Fot. J. Franz)

seiner nordamerikanischen Heimat immer wieder beobachtete ansteigende Insektizid-Resistenz des Schädlings. Da diese Fragen auch für uns eine gewisse Bedeutung bekommen können, widmete ich drei Monate meines Amerika-Aufenthaltes diesen Kartoffelkäfer-Feinden und dem Studium ihrer Wirksamkeit (F r a n z 1957) (Abb. 5).

Populationsdynamik. Wer Nutzinsekten oder Krankheitserreger gegen Schädlinge einsetzen will, muß über die bei jeder Art wieder unterschiedliche Bedeutung biotischer Begrenzungsfaktoren beim Massenwechsel unterrichtet sein. Ihre Erforschung steht daher im Mittelpunkt vieler Arbeitsvorhaben. Auf dem Gebiet der F o r s t s c h ä d l i n g e ergaben z. B. die von R. F. M o r r i s und seinen Mitarbeitern (Laboratory of Forest Biology, Fredericton, N. B.) am „spruce budworm", dem nordamerikanischen Tannentriebwickler, durchgeführten Freilandarbeiten wichtige Einblicke in die Voraussetzungen und den Ablauf der Übervermehrungen. Nur wenn die (dort durchaus naturgemäßen) reinen Balsamtannen-Bestände alt genug sind, kräftig blühen und einige Jahre warme Sommerwitterung herrscht, kommt es zur Gradation. Diese kann dann in den Zentren weder durch natürliche Feinde noch durch riesige Flugzeugaktionen zur DDT-Behandlung abgestoppt werden. Obwohl seit 1952 jedes Jahr ungeheure Flächen behandelt wurden (1955: 2,2 Mill. acres, etwa 0,9 Mill. Hektar), flogen stets soviel Falter aus unbehandelten Gebieten zu, daß der Fraß weiterging und die Bekämpfung alljährlich wiederholt werden mußte (W e b b 1955). Die insgesamt dort bisher von Flugzeugen besprühte Waldfläche hat inzwischen etwa die Größe von Belgien erreicht! Offenbar läßt sich das natürliche Ende der auch im Urwald immer wiederkehrenden „spruce budworm"-Kalamitäten, das heißt, der Kahlfraß des Altbestandes, nur vermeiden, wenn bei der Nutzung der Wälder mehr darauf geachtet wird, daß arten- und altersmäßig gegliederte Bestände nachwachsen. Dort kommt dann den natürlichen Feinden zusammen mit anderen Begrenzungsfaktoren eine tatsächlich regulierende Bedeutung zu (M o r r i s et al., 1956). Über die Beeinflussung der Biozönose (Fischsterben!) hat diese gigantische Aktion jedoch wertvolle Aufschlüsse gegeben. Über dieses Gebiet der Grundlagenforschung zur Populationsdynamik ließe sich noch viel berichten; arbeiten doch rund die Hälfte der 32 Wissenschaftler des Entomology Laboratory in Belleville auf diesem Sektor. Genannt seien hier nur stichwortartig die Untersuchungen über Modellversuche zum Massenwechsel von Vorratsmilben und von Gewächshausschädlingen (T. B u r n e t t), die Studien zur Wirtswahl (L. G. M o n t e i t h) und Ernährung (H. L. H o u s e, J. S. B a r l o w) von Parasiten, und die Arbeiten über die Bedeutung der Spinnmilbenfeinde in England (D. A. C h a n t) und British Columbia (N. H. A n d e r s o n).

Jedem, der an mehr Einzelheiten interessiert ist, seien die Verhandlungen des 10. Internationalen Entomologen-Kongresses in Montreal emp-

fohlen, bei dem „Biologische Bekämpfung" die zweitstärkste Sektion darstellte. Gerade wegen der klimatischen Ähnlichkeit mancher kanadischer mit europäischen Gebieten können wir zweifellos viel von den Arbeiten und Forschungstendenzen dortiger Institute lernen. Dieser gegenseitige Erfahrungsaustausch, bei dem die kanadischen Kollegen ihren europäischen Gästen gegenüber gewiß mehr die gebenden als die nehmenden sind, wird jedem wirklich interessierten Besucher durch eine überwältigende Hilfsbereitschaft, Gastfreundschaft und Offenheit kanadischer Institute und Wissenschaftler erleichtert. Möge das Jahr 1960, in dem der 11. Internationale Entomologen-Kongreß in Wien stattfinden soll, eine verstärkte Fortsetzung dieses Gedankenaustausches bringen, bei dem die angewandte Entomologie Europas bestehen kann.

Zusammenfassung

Die Arbeit berichtet über einige Aspekte der biologischen Schädlingsbekämpfung in Kanada, auf Grund eigener Eindrücke während einer halbjährigen Studienreise. Eingehender besprochen werden die Einbürgerung importierter Nutzinsekten, die Verwendung insektenpathogener Mikroorganismen, die Kombination biologischer mit chemischen Maßnahmen und die Grundlagenforschung über Populationsdynamik von Insekten. Aus dem hohen Stand der Forschung auf diesen Gebieten in Kanada und den bisher dort erzielten Erfolgen wird geschlossen, daß die Anwendbarkeit der biologischen Schädlingsbekämpfung nicht auf warme Klimate und Insellagen beschränkt ist.

Summary

It is reported on some aspects of the biological pest control in Canada on the basis of own impressions achieved during a half-year-studying tour. The colonisation of imported beneficial insects, the use of insects pathogenic microorganisms, the combination of biological and chemical measures and the basic research on population dynamics of insects are discussed in detail. It is concluded from the high standard of research in these branches in Canada and from the success obtained there that the applicability of biological pest control is not limited to warm climates and islands.

Literaturnachweis

Bird, F. T. (1956): The use of viruses in the biological control of some forest insects. Proc. 10. Intern. Congr. Entom., Montreal (im Druck).

Boettger, C. (1956): On biological pest control. Proc. 10. Intern. Congr. Entom., Montreal (im Druck).

Franz, J. (1956 a): Die gegenwärtige Situation der biologischen Schädlingsbekämpfung in Deutschland. Anz. f. Schädlingskde. **29**, 20—24. 38—41.

Franz, J. (1956 b): Die künstliche Verbreitung von Virosen einiger Blattwespen *(Diprionidae)* innerhalb und außerhalb ihres Endemiegebietes. Verh. d. Deutschen Zool. Ges. Erlangen (1955), 407—412.

Franz, J. (1957): Persönliche Eindrücke vom Stand der biologischen Schädlingsbekämpfung in Nordamerika. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **9**, 49—56.

Franz, J. (1957): Beobachtungen über die natürliche Sterblichkeit des Kartoffelkäfers *(Leptinotarsa decemlineata* [Say]) in Kanada. Vorl. Mitt. — Entomophaga **2**, (2).

Krieg, A. (1957): Über die Möglichkeiten einer Bekämpfung des Kohlweißlings (*Pieris brassicae* L.) durch künstliche Verbreitung einer Bakteriose. Zeitschr. Pflanzenkrankh. u. Pflschutz. **64**, (im Druck).

Lord, F. T. (1956): The influence of spray programs on the fauna of apple orchards in Nova Scotia. IX. Studies on means of altering predator populations. Canad. Entom. **88**, 129—137.

McLeod, J. H. (1953): Statuses of some introduced parasites and their hosts in British Columbia. Entomol. Soc. of British Columbia, Proc., **50**, 19—27, 1954.

Morris, R. F., C. A. Miller, D. O. Greenbank & D. G. Mott (1956): The population dynamics of the spruce budworm in Eastern Canada. Proc. 10. Intern. Congr. Entom., Montreal, im Druck.

Pickett, A. D. & Patterson, N. A. (1953): The influence of spray programs on the fauna of apple orchards in Nova Scotia. IV. A review. Canad. Entom. **85**, 472—478.

Webb F. E. (1955): The 1955 aerial spraying programme against spruce budworm in New Brunswick and Quebec. Canada Lumberman, **75**, 34—35.

(Aus dem Biologischen Laboratorium der Österreichischen Stickstoffwerke Aktiengesellschaft, Linz an der Donau,
Leiter: Hochschuldozent Dr. H. Linser)

Zur Frage der Beeinflussung des Geschmacks von Speisekartoffeln durch moderne Kartoffelkäfer-Bekämpfungsmittel

Von
H. Linser und W. Beck

Die Frage der Geschmacksbeeinflussung verschiedener Wurzel- und Knollenfrüchte durch moderne Insektizide bewegt nun schon seit geraumer Zeit die Prüfstellen und Laboratorien verschiedener Länder. Die Diskussionen, die während des Industrietages der Beratungen der Pflanzenschutzorgane der österreichischen Länder im Februar 1956 geführt wurden, ließen als notwendig erscheinen, weitere Versuche zur Abklärung des Problems, wie weit bestimmte, zur Kartoffelkäferbekämpfung verwendete Wirkstoffe bzw. Formulierungen Geschmacksbeeinflussungen hervorrufen, durchzuführen. Die Arbeit von Faber und Kahl (1955), auf die sich die heute in Österreich gültige Meinung über Geschmacksbeeinflussung gründet, wurde zum Großteil mit Versuchsmengen, die über den vorgeschriebenen Anforderungen lagen, durchgeführt. Die so behandelten Kartoffeln wurden einer verhältnismäßig kleinen Zahl von Kostern vorgesetzt, wobei diesen noch bekannt war, daß sie mit Pflanzenschutzmitteln behandelte Kartoffel zu testen hätten.

Die Versuche des Jahres 1956 sollten nun zeigen, ob und in welcher Art Geschmacksbeeinflussungen an Kartoffeln, deren Kraut mit Kontaktinsektiziden gespritzt war, auftreten können, wenn einer größeren Zahl zufällig bestimmter Personen ohne Kenntnis der Behandlung diese Proben vorgesetzt würden.*)

Durchführung der Versuche

Auf der Versuchsfläche in Kronstorf bei Enns wurden am 4. April 1956 „Oberambacher Speisekartoffeln" gelegt.
Vorfrucht: Winterweizen.
Düngung: Stallmist 300 dz/ha;

*) Auf unsere Bitte hin übernahm der Leiter der Bundesanstalt für Lebensmitteluntersuchung, Wien, Zweigstelle Linz, Herr Dr. H. Müller, zusammen mit dem Leiter der Lebensmittelpolizei der Landeshauptstadt Linz, Herrn Amtsrat Schellmann, die Aufsicht über die Versuchsdurchführung vom ersten Spritztermin an.

Wir dürfen an dieser Stelle den Herren Dr. H. Müller und Amtsrat Schellmann für die große Freundlichkeit danken, so viel Zeit und Mühe selbstlos für die Durchführung dieses Versuches aufgewendet zu haben.

160 kg P_2O_5/ha als Superphosphat;
200 kg K_2O/ha als Patentkali;
100 kg N/ha als Nitramoncal.

Bodencharakteristik: Sandiger Lehm.

Die von der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt in Linz durchgeführte Bodenuntersuchung erbrachte die in Tabelle 1 wiedergegebenen Zahlen:

Tabelle 1

Ergebnisse der Bodenuntersuchung

	Oberboden	Unterboden
pH (KCl)	6·4	6·4
pH (Ca-Acetat)	6·8	6·75
% Ca CO_3 nach Scheibler . .	0·0	0·6
mg P_2O_5 in 100 g Boden . . .	8·0	9·8
mg K_2O in 100 g Boden . . .	4·0	2·5
Humus	7·28	2·0
Krümelbeständigkeit	5	3—4

Der allgemeine Witterungsverlauf während des Versuches war durch die in Tabelle 2 wiedergegebenen Daten gekennzeichnet.

Tabelle 2

Meteorologische Daten für die Dauer des Versuches

Monat	Max. C°	Min. C°	Niederschlag	Wärmesumme	Sonnenscheindauer
April	12·4	2·2	87·1	230·9	4·5
Mai	18·8	7·5	44·2	423·5	8·2
Juni	19·0	9·7	186·8	441·0	5·1
Juli	23·9	12·3	99·4	575·7	8·6
August	22·7	11·4	128·7	529·0	—
September . . .	21·5	9·1	43·6	467·9	—

Versuchsparzellen: Die Parzellen hatten eine Fläche von je 200 m². Bei einer Reihenentfernung von 62 cm umfaßten sie jeweils 20 Reihen. Der Bestand lief gleichmäßig auf, wurde zweimal behackt und behäufelt. Er war zum Zeitpunkt der 1. Spritzung noch nicht geschlossen. Die 2. und 3. Spritzung mußte in einem geschlossenen, hohen Bestand durchgeführt werden.

Versuchsspritzungen: Um eine mögliche Geschmacksbeeinflussung sicher feststellen zu können, wurden jeweils 3 Spritzungen mit den von der Bundesanstalt für Pflanzenschutz vorgeschriebenen Höchstmengen durchgeführt.

Da Kartoffelkäfer auf dem Versuchsfelde nicht auftraten, blieb das gesamte übrige 2 Hektar große Feld unbespritzt.

Als Insektizide, welche für den Einsatz gegen Kartoffelkäfer verwendet werden, wurden 1 Lindanpräparat, 2 Lindan-Toxaphen-Mischpräparate, 1 Toxaphen- und 1 DDT-Präparat zum Versuch herangezogen und in den in Tabelle 3 angegebenen Mengen gespritzt.

Tabelle 3

Angewandte Insektizidmengen (berechnet auf reinen Wirkstoff) und Spritzdaten

	Gespritzt mit	Wirkstoff je Hektar (Summe)
Parzelle Nr. 1	Lindan-Suspension	525 g Lindan
Parzelle Nr. 2	Lindan-Toxaphen Suspension	225 g Lindan 675 g Toxaphen
Parzelle Nr. 3	DDT-Suspension	1800 g DDT
Parzelle Nr. 4	Lindan-Toxaphen Emulsion	400 g Lindan 630 g Toxaphen
Parzelle Nr. 5	Toxaphen Emulsion	1800 g Toxaphen

	1. Spritzung 19. 6. 1956	2. Spritzung 20. 7. 1956	3. Spritzung 1. 8. 1956
Parzelle Nr. 1	165 g L.	165 g L.	195 g L.
Parzelle Nr. 2	75 g L. 225 g T.	75 g L. 225 g T.	75 g L. 225 g T.
Parzelle Nr. 3	600 g DDT	600 g DDT	600 g DDT
Parzelle Nr. 4	115 g L. 180 g T.	115 g L. 180 g T.	170 g L. 270 g T.
Parzelle Nr. 5	600 g T.	600 g T.	600 g T.

Tabelle 4 zeigt die Wettersituation während der Spritzung.

Tabelle 4

Die Wettersituation an den Tagen der Spritzungen

Spritzung vom	Tag der Behandlung Niederschlag mm	Tag der Behandlung Temperatur °C	1 Tag später Niederschlag mm	1 Tag später Temperatur °C	2 Tage später Niederschlag mm	2 Tage später Temperatur °C
19. Juni 1956 . .	3·0	13·8	14·6	14·7	14·8	9·4
20. Juli 1956 . .	7·6	17·2	2·3	17·4	0·0	18·0
1. August 1956 .	5·5	16·1	7·3	16·7	5·3	15·2

Die Ernte der Versuchskartoffeln erfolgte am 21. August. Es wurden jeweils 20 kg Kartoffeln pro Parzelle geerntet. Die Haupternte fand in den ersten Septembertagen statt; von dieser Ernte wurden die Kartoffeln für die zweite Kost entnommen.

Bei der Durchführung organoleptischer Prüfungen ist es notwendig als Geschmacksprüfer Menschen mit möglichst gutem Geschmacksempfinden aus verschiedenen Bevölkerungskreisen in hinreichender Zahl heranzuziehen, um statistisch gesicherte Ergebnisse zu erlangen.

Im Gegensatz zu F r e y (1950) halten wir wenige geschmackstüchtige Personen nicht als ausreichend, ein endgültiges Urteil über eine Geschmacksbeeinflussung zu finden, da diese keinen repräsentativen Durchschnitt der Bevölkerung darstellen. Daher wurde in Zusammenarbeit mit den von uns zugezogenen Aufsichtsorganen ein Personenkreis ausgewählt, der sich aus Hausfrauenorganisationen, der Landwirtschaftskammer für Oberösterreich, der Arbeiterkammer, der Kammer der gewerblichen Wirtschaft, der Saatbaugenossenschaft sowie der Österreichischen Warenvermittlung zusammensetzte.

Das erste Probekosten wurde mit 65 bis 69, das zweite mit 82 Personen durchgeführt, wobei versucht wurde, jeweils die gleichen Personen einzuladen; um ein unbefangenes Urteil und damit die Möglichkeit der Anwendung der Nullhypothese zu erreichen, wurde den Kostern nichts über die Vorbehandlung der Kartoffeln gesagt.

Das Probekosten fand beide Male (am 24. August 1956 sowie am 9. November 1956) in den Räumen der Werkskantine der Österreichische Stickstoffwerke Aktiengesellschaft statt. Die Proben wurden an Tischen für 10 Personen so gemischt gereicht, daß eine eventuelle Absprache innerhalb der Tischgemeinschaften sinnlos gewesen wäre.

Es wurden jeweils Doppelproben auf zweiteiligen Menüplatten ausgegeben, bei welchen der Hauptteil der Platte eine etwa 3mal so große Fläche einnahm wie der Beilagenteil. Jedem Teller wurde ein numerierter Stimmzettel angeheftet, auf dem die Form der Platte ersichtlich war. Die Numerierung ermöglichte ein Umwechseln der jeweiligen Proben auf die beiden Tellerteile. Die Menüplatten wurden auf Servierwagen ausgefahren und regellos verteilt. Auf den von den Kostern abzureißenden Stimmzetteln war nur das Urteil „besser" oder „unterschiedslos" erlaubt, während besondere Geschmacksempfindungen auf gesonderten Wähler-Anlageblättern vermerkt werden konnten.

Die Frage „besser" oder „unterschiedslos" wurde gestellt, weil nicht eine besondere Charakterisierung etwa auftretender Geschmacksunterschiede angestrebt wurde und eine möglichst einfache Entscheidung von der Versuchsperson verlangt werden sollte. Selbstverständlich hätte dieser Frage ebensogut lauten können: „schlechter" oder „unterschiedslos". Zunächst kam es uns nicht darauf an, von den Versuchspersonen ein geschmackliches W e r turteil zu erhalten, sondern vielmehr darauf,

zu prüfen, ob überhaupt ein geschmacklicher Unterschied als Folge der Behandlung mit Pflanzenschutzmitteln nachzuweisen war. Die Fragestellung gab der Versuchsperson die Möglichkeit, ihrem subjektiven Empfinden „besser" oder „schlechter" Ausdruck zu geben. Dies war beabsichtigt, weil das Versuchsergebnis damit zugleich eine Aussage darüber versprach, ob ein solches subjektives Urteil der Versuchsperson mit der tatsächlichen ernährungsphysiologischen Qualität des gekosteten Produktes in Korrelation steht oder nicht. Es ist nicht ohneweiteres zu erwarten, daß das Urteil „besser" für jene Probe gewählt wird, welche für den Organismus die tatsächlich „gesündere" ist. Vielmehr könnte es möglich sein, daß eine Probe, welche durch die Einwirkung aus Pflanzenschutzmitteln aufgenommener Stoffe in ernährungsphysiologischer Hinsicht minderwertiger zu beurteilen ist, von der Versuchsperson als „besser" bezeichnet würde. Darf man doch nicht von vornherein annehmen, daß das subjektive Geschmacksempfinden eine Schranke bildet, welche vor ernährungsphysiologisch minderwertigem Material schützt.

Da die Geschmacksfeststellung bei flüssigen oder weichen Speisen einfacher ist und außerdem die Unterschiede im Geschmack der einzelnen Knollen einer Probe ausgeglichen werden können, wurden bis auf 2 Proben, die ungeschält gereicht wurden, nur Kartoffeln verabreicht, die vorher geschält oder gepreßt worden waren.

Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte in dankenswerter Weise durch Herrn Dr. A d a m vom mathematischen Institut der Universität Wien, sowie Herrn V o a k von der Abteilung Zentralstatistik der Österreichische Stickstoffwerke Aktiengesellschaft.

T a b e l l e 5

Die bei der organoleptischen Prüfung erhaltenen Geschmacksunterschiede

Die Kartoffeln waren gespritzt mit	Versuch Nr.	Urteil: „schmeckt besser" unbehandelte Kartoffeln (N-n)	behandelte Kartoffeln (n)	N Versuchspersonen mit differenziertem Geschmacksempfinden	Kein Geschmacksunterschied	Insgesamt
Lindan-Suspension	I.	11	44	55	10	65
Lindan-Toxaphen Suspension	II.	18	35	53	12	65
DDT-Suspension	III.	23	37	60	7	67
Lindan-Toxaphen Emulsion .	IV.	21	34	55	14	69
Toxaphen Emulsion	V.	28	23	51	17	68

Bei dem Kosten am 24. August 1956 wurden jeweils unbehandelte gegen behandelte Kartoffeln getestet. Es wurden hierbei die in Tabelle 5 wiedergegebenen Ergebnisse erzielt:

Die Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte nach der von Byer und Abrams angegebenen Formel:

$$\frac{n - Np}{-\sqrt{Np\,(1-p)}}$$

	Irrtumswahrscheinlichkeit
1·65—2·33 gesichert	0·05—0·01
2·33—3·09 hoch gesichert	0·01—0·001
3·09 und mehr sehr stark gesichert	kleiner als 0·001

wobei N die Gesamtzahl der Versuchspersonen mit differenzierter Entscheidung bedeutet, p = ½ die Hypothese: kein Unterschied merkbar, also zufällige Bewertung, n = die Zahl Versuchspersonen, welche die behandelten Kartoffeln als besser schmeckend empfinden.

Auf Grund dieser Auswertung lassen sich die in Tabelle 6 zusammengestellten Aussagen machen:

Tabelle 6

Ergebnis der organoleptischen Prüfung

	Die behandelten Kartoffeln schmecken		Sicherungsgrad des Ergebnisses
Versuchsglied I. . . .	besser	4·45	sehr stark gesichert
Versuchsglied II. . . .	besser	2·34	hoch gesichert
Versuchsglied III. . . .	besser	1·81	gesichert
Versuchsglied IV. . . .	besser	1·75	gesichert
Versuchsglied V. . . .	keine Bevorzugung	(—0·70)	nicht gesichert

Eine Überprüfung der Frage, inwieweit durch tischweise Absprache eine Beeinflussung der Versuchspersonen angenommen werden könnte, ergab, daß nur bei Versuchsglied II ein gesicherter übernormaler Dispresionskoeffizient (nach Lexis, Klumpeneffekt) vorliegt.*)

Eine kritische Betrachtung dieses ersten Versuches ließ es zweckmäßig erscheinen, verschiedene ungeklärte methodische Fragen durch einen weiteren Versuch zu klären.

Vor allem war zu prüfen, ob Geschmacksänderungen auftreten, wenn Kartoffeln in verschieden großen Mengen verarbeitet werden.

Ferner mußte geprüft werden, ob die von uns angewandte Methode Geschmacksunterscheidungen überhaupt ermöglicht, in welchem Maße die Entscheidungsfähigkeit der Tester während des Kostens abnimmt (Ermüdungseffekt), ob eine Testung mit gepreßten oder mit Pell-

*) Winkler, 1947, S. 76 f.

kartoffeln bessere Angaben über Geschmacksänderungen ergibt und, ob bei Pellkartoffeln die Größe der einzelnen Knollen Geschmacksunterschiede verursachen kann.

Bei der Kost am 9. November wurden daher im Hinblick auf diese Fragestellungen nur unbehandelte Kartoffeln verschiedener Zubereitungsarten getestet.

Die statistische Auswertung brachte die aus Tabelle 7 ersichtlichen Ergebnisse:

Tabelle 7

Die bei der organoleptischen Prüfung im zweiten Versuch erhaltenen Geschmacksurteile

Zubereitung der Kartoffeln a	Zubereitung der Kartoffeln b	Versuch Nr.	Urteil: „schmeckt besser" a	Urteil: „schmeckt besser" b	Anzahl der — | nicht entsprechenden Versuchspersonen		Insgesamt
100 kg gepreßt Kleine Pellkartoffel	40 kg gepreßt Kleine Pellkartoffel	I	34	34	68	14	82
100 kg gepreßt Große Pellkartoffel	100 kg gepreßt Kleine Pellkartoffel	II	32	31	63	19	82
100 kg gepreßt	20 kg gepreßt	III	33	25	58	24	82
100 kg gepreßt	40 kg gepreßt	IV	43	31	74	8	82
		V	29	34	63	19	82
		VI	19	27	46	36	82

Die Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte nach derselben Formel wie bei den ersten Geschmacksversuchen. Sie brachte die in Tabelle 7 zusammengestellten Ergebnisse:

Tabelle 8

Ergebnis der organoleptischen Prüfung im zweiten Versuch

Versuchsglied	Es wurde bevorzugt	Sicherungsgrad des Ergebnisses
I	Keine Bevorzugung	0 Nicht gesichert
II	„ „	0·13 „ „
III	„ „	1·05 „ „
IV	„ „	1·40 „ „
V	„ „	0·63 „ „
VI	„ „	1·18 „ „

Ferner wurde durch Vergleich von Versuchsglied I gegenüber Versuchsglied VI ein etwaiger Ermüdungseffekt getestet.

Die eben signifikanten Grenzdifferenzen ergaben sich nach der Prüfformel:

$$p_0(1-p)\frac{1}{N_1}+\frac{1}{N_6}$$

dabei bedeutet p_0 das gewogene Mittel aus den Anteilen der Nichtentscheidenden in Versuchsglied I (p_1) und Versuchsglied VI (p_6)

N_1 die Anzahl der Versuchspersonen bei Versuchsglied I
N_6 die Anzahl der Versuchspersonen bei Versuchsglied VI

Die Integralgrenze der Normalverteilung für die gewünschte Sicherheit beträgt zu

0·14 für 5% Irrtumswahrscheinlichkeit
0·18 „ 1% „

Da die Differenz zwischen p_1 und p_6 0·27 beträgt, ist sie mit weniger als 1% Irrtumswahrscheinlichkeit gesichert.

Eine Überprüfung (vermittels der Dispersionskoeffizienten nach Lexis) der Frage, inwieweit durch tischweise Absprache eine Beeinflussung der Versuchspersonen angenommen werden könnte, ergab, daß diesmal keinerlei Absprachen vorkamen.

Es ist uns bekannt, daß „von der Vielzahl der Methoden, die zur Vorbereitung der Kartoffeln für die Geschmacksprüfung bereits von anderen Stellen entwickelt wurden, bisher noch keine Methode den Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben konnte." (Schwartz 1950). Ebenso liegt eine Vielzahl der Untersuchungs- und Prüfmethoden und deren mathematische Auswertung an den verschiedensten Lebensmitteln vor (z. B. Davis und Hanson 1954; Filipello, Berg et. al. 1955; Gridgeman 1955, Hanson 1955; Kramer 1955; Neubert und Carter 1955; Smith 1955) aus deren Menge wir den „Zwei-Proben-Test" wählten (Byer und Abrams 1955), da er für die Findung eines gültigen Urteils bei einer großen Anzahl von Versuchspersonen am geeignetsten erschien. Es ist uns auch bewußt, daß die Aussage eines Versuches, der nur über ein Jahr lief, nicht ausreicht, weitgehende Schlüsse zu ziehen, da die witterungsbedingten Verschiedenheiten ebenso wie die Sortenunterschiede die Ergebnisse organoleptischer Untersuchungen stark beeinträchtigen können. Die Versuche werden daher von uns fortgesetzt werden.

In Linz durchgeführte Geschmacksprüfungen an Lebensmitteln verschiedenster Art haben eindeutig gezeigt, daß Beeinflussungen auch guter Koster sehr leicht erreicht werden können. Es war daher interessant, zu sehen, daß die Geschmacksempfindung wie etwa „chemisch" während des gesamten Versuches nicht einmal auftrat, während nur die unbehandelte Kontrolle einmal als mit „Fremdgeschmack" behaftet bezeichnet wurde. Die von Schwartz (1950) angegebenen besonderen Geschmacksempfindungen bei Hexa („muffig", „kratzend") bzw. bei

DDT („fade, süßlich, leicht bitterlich") wurden ausschließlich bei den Kontrollen festgestellt, während die behandelten Kartoffeln nur ganz vereinzelt mit den Prädikaten „fade", „scharf" oder „derb" bedacht wurden.

Aus der Tatsache, daß sich bei den vorgenommenen organoleptischen Prüfungen der vorliegenden Versuchsreihen eine Geschmacksverbesserung der mit Insektiziden gespritzten Kartoffeln gesichert ergeben hat, soll, wie schon eingangs betont, nun nicht etwa der Schluß gezogen werden, daß diese Geschmacksverbesserung der Ausdruck einer objektiven Qualitätsverbesserung sei. Die subjektiv empfundene Qualitätsverbesserung muß nichts zu tun haben mit einer Erhöhung des Wertes der Kartoffel als Nahrungsmittel. Vielmehr sollte der erhobene Befund zu denken geben, ob es berechtigt ist, dem „natürlichen Empfinden" eines Organismus und seiner subjektiven Wertung von Nahrungsmitteln entscheidenden Wert beizumessen, vor allem dann, wenn es sich nicht um krasse negative Beeinflussungen handelt. Wenn manche — auch viele Ärzte — der Meinung sind, daß „der Organismus selbst" am besten wisse, was ihm nütze und gut für ihn sei und daß er instinktiv das Schädliche ablehne, so muß diese Meinung einer kritischen Prüfung unterzogen werden. Jedenfalls läßt der hier erhobene Befund vermuten, daß subjektiv eine Geschmacksverbesserung festgestellt werden kann, wo keine objektive Werterhöhung des Nahrungsmittels erwartet werden darf. Eine weitere Diskussion oder Bearbeitung des damit angeschnittenen Fragenkomplexes würde jedoch umfangreicheres experimentelles Material erfordern und den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

Hinsichtlich der Natur der aufgetretenen Geschmacksveränderungen bestehen zwei Möglichkeiten: 1. sie können durch Spuren aufgenommener Stoffe direkt erzeugt worden sein oder 2. Spuren aufgenommener Stoffe können, etwa auf dem Wege über Hemmungen oder Förderungen von Fermentsystemen, stoffwechsel-chemische Gleichgewichtsverschiebungen ausgelöst haben, welche von Geschmacksveränderungen begleitet sind.

Da es sich im vorliegenden Falle um eine Einwirkung über das Blatt und auf unterirdische Organe handelt, glauben wir hier dem zweiten der genannten Faktoren größeres Gewicht beimessen zu dürfen.

Zusammenfassung

Um die Frage zu prüfen, wieweit die Anwendung moderner Kontaktinsektizide, die als Spritzmittel gegen Kartoffelkäfer verwendet werden, den Geschmack der Kartoffelknolle beeinflußt, wurden Kartoffeln aus 3mal in den vorgeschriebenen Aufwandmengen gespritzten Parzellen einer organoleptischen Prüfung unterzogen.

Der mit 65 bis 69 Kostern durchgeführte „Zwei-Proben-Test" ergab sowohl für die geprüfte Lindan-Suspension, als auch für die Lindan-

Toxaphen-Suspension bzw. -Emulsion und die DDT-Suspension Geschmacksveränderungen gegenüber den unbehandelten Proben, welche nicht als unangenehm empfunden wurden.

Die zuletzt verabreichte Toxaphen-Emulsion ließ wahrscheinlich infolge Ermüdung der Koster keine Geschmacksveränderung der Proben erkennen.

Der zweite Versuch, der nur mit unbehandelten Kartoffeln durchgeführt wurde, und der Klärung methodischer Fragen diente, bewies, daß das Kochen in verschieden großen Mengen keinen Einfluß auf den Geschmack der Kartoffeln hat, ferner, daß die angewandte Prüfmethode Geschmacksunterscheidungen ermöglicht, und daß während des Kostens ein Ermüdungseffekt eintritt, der die Anzahl der Proben zumindest mit 5 begrenzt sowie daß gleich große Pellkartoffeln keine Geschmacksdifferenzierung erkennen lassen.

Summary

In order to clear up the question, how the application of modern contact insecticides used as sprays against Colorado beetle are influencing the flavour of potato tubers, potatoes of parcels treated three times with concentrations prescibed were tested organoleptically.

65 to 69 persons were used as tasters for the "two-specimens-test"; flavour changes were stated at specimens of parcels treated with lindane suspension, with lindane-toxaphene suspension resp. emulsion and with DDT suspension compared with untreated specimens, but they were not found to be disagreeable. The specimens of parcels treated with toxaphene-emulsion were finally tasted; the tasters could not find out changes of flavour, probably in consequence of tiredness.

The second test carried out by use of untreated potatoes and destinated for clearing up methodical questions showed that cooking potatoes in different quantities does not influence the flavour of the potatoes. Further it was stated that the applied proving method makes it possible to distinguish the flavours and that an effect of tiredness is appearing during tasting, so that the number of specimens must be limited to five. Potatoes cooked in their skin which are of the same size do not show differences of flavour.

Literaturverzeichnis

Byer, A. J. und Abrams, D. (1953): A comparison of the Triangular and Two-Sample Taste-Test Methods. Food Technology, 7, 4.

Davis, J. G. und Hanson, H. L. (1954): Sensory Test Methods I., The triangel intensity (t-J) and related test systems for sensory analysis, Food Technology, 8, 7, 335—339.

Faber, W. und Kahl, E. (1955): Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen zur Frage der Geschmacksbeeinflussung von Insektiziden bei Kartoffeln. Pflanzenschutzberichte, XIV., 11, 161—180.

Filipello, F., Berg, H. W., Hinreiner, E. and Webb, A. D. (1955): Reproducibility results in consumer wine preference surveys. Food Technology **9**, 9, 431—432.

Frey, W. (1950): Über die Prüfung der geschmacksbeeinträchtigenden Wirkung von Hexa-Präparaten an Obst und Gemüse. Nachr. Bl. Dt. Pflschd. (Braunschweig) **2.**, 81—84.

Gridgeman, N. T. (1955): Taste comparisons: Two samples or three? Food Technology **9**, 3, 148—150.

Hanson, H. L., Davis, J. G., Campbell, A. A., Anderson J. H. and Lineweaver H. (1955): Sensory Test Methods II., Effect of previous tests on consumer response to foods. Food Technology **9**, 2, 56—59.

Kramer, C. L. (1955): A method of chossing judges research **20**, 5, 492—496.

Mudra, A. (1952): Einführung in die Methodik der Feldversuche. Hirzel, Leipzig.

Neubert, A. M. und Carter, G. H. (1955): A single sample method for foreign flavor detection. Food Technology, **9**, 11, 572—575.

Schwartz, E. (1950): Zur Geschmacksbeeinflussung der Kartoffel durch die Behandlung mit Hexa-Präparaten. Nachrbl. f. f. Dt. Pflschd. (Bln.) **4**, 101—104.

Smith, H. R. (1955): Evaluating the quality of processed foods. Food Technology, **9**, 9, 453—455.

Winkler, W. (1947): Grundriß der Statistik. Manz'sche Verlagsbuchhandlung, Wien.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Zur Kenntnis einer schwarzen Mutante des Kartoffelkäfers *(Leptinotarsa decemlineata Say)*. Untersuchungen zur Vererbungsbiologie und histologische Untersuchungen am Integument

Von
Walter Faber

Inhalt

I. Einleitung.
II. Vererbungsbiologische Untersuchungen.
1. Beschreibung der schwarzen Käferform.
2. Zuchtversuche mit schwarzen Käfern.
Methodik;
Bastardierung schwarzer Käfer mit der Stammform;
Rückkreuzung der Bastarde mit der schwarzen Form;
Paarungen Bastard × Bastard;
Reinzucht von schwarzen Käfern;
Vitalität der schwarzen Form und der Bastarde.
3. Die Ausfärbung der schwarzen Käfer.
III. Vergleichende histologische Untersuchungen am Integument des Kartoffelkäfers und seiner schwarzen Form.
1. Methodik.
2. Der Feinbau der vollentwickelten Elytre des Kartoffelkäfers (Stammform).
Dorsallage;
Ventrallage.
3. Feinbau und Pigmentierung des Integumentes der schwarzen Form.
IV. Zur Physiologie der Pigmentbildung beim schwarzen Kartoffelkäfer.
1. Dunkelfärbung der Cuticula durch Sklerotisierung.
2. Melanin.
3. Sklerotin oder Melanin?
V. Zusammenfassung.
VI. Schriftenverzeichnis.

Das erstmalige Auftreten einer schwarzen Abweichung des Kartoffelkäfers *(Leptinotarsa decemlineata Say)* warf zugleich die Frage nach den verschiedenen biologischen Besonderheiten dieser melanistischen Form auf. Die im folgenden geschilderten Untersuchungen wurden uns jedoch erst durch das überraschende Auftreten solcher schwarzer Kartoffel-

käfer in Österreich ermöglicht. In drei Richtungen sollten unsere Untersuchungen geführt werden:

1. Untersuchung der Vererblichkeit der Schwarzfärbung durch Zucht- und Kreuzungsversuche.
2. Histologische Untersuchungen über die Lokalisierung der Schwarzfärbung im Integument.
3. Physiologische Versuche über den Auslösungs- und Ablaufmechanismus der Schwarzfärbung.

Während es möglich war, die Bearbeitung der beiden ersten Problemstellungen bis zu einem gewissen Abschluß zu bringen, konnten die physiologischen Untersuchungen nicht über erste Tastversuche hinausgeführt werden, da die mühevoll herangezogene Population schwarzer Käfer infolge ihrer geringen Vitalität vorzeitig wieder einging.

I. Einleitung

Im Jahre 1950 wurden im Kreis Weissenfels, Sachsen-Anhalt, erstmalig einige vollkommen schwarz gefärbte Kartoffelkäfer zusammen mit normal gefärbten und solchen mit dunklerer Grundfarbe, aber normaler Zeichnung, gefunden (Weber 1950). Wie ungewöhnlich ein solcher Fund ist, geht daraus hervor, daß die kleine Mitteilung Webers von der Redaktion mit dem Zusatz versehen wurde, die Wiedergabe der Meldung erfolge mit allem Vorbehalt. Es wird die Möglichkeit ausgesprochen, daß es sich um eine Verwechslung mit einem anderen Chrysomeliden handle. Weber kommt angesichts der gleichzeitig aufgefundenen Intermediärformen zu der Ansicht, daß die Schwarzfärbung nicht auf eine Mutation zurückzuführen sei, sondern eine bloße Modifikation darstelle. Er konnte allerdings bei einigen intermediär gefärbten Käfern ein nachträgliches Nachdunkeln beobachten.

Im gleichen Jahre wurden in der Naumburger Flur unter den beim Kartoffelkäfersuchtag eingesammelten Kartoffelkäfern solche mit brauner Grundfarbe, und ein Jahr später auf einem Kartoffelacker auf engem Raum 30 vollkommen schwarze Käfer gefunden (Kaplaneck 1953). Intermediärfärbungen wurden bei diesem letzteren Fund trotz genauer Nachsuche nicht entdeckt. Die von Kaplaneck mit 6 schwarzen Käfern als Ausgangsmaterial über zwei Generationen angestellten Zuchtversuche ergaben, daß die Schwarzfärbung ein erbliches Merkmal darstellt. Von schwarzen Käfern erhielt er bei Reinzucht nur wieder schwarzgefärbte Nachkommen. Bastardierungsversuche wurden nicht durchgeführt. Der Autor erwähnt, daß die Larven der F_1-Generation die normale rote Färbung aufwiesen, jene der F_2-Generation jedoch vom dritten Stadium an lehmig gelb gewesen seien. Die Ausfärbung der Käfer nach dem Verlassen der Puppenhülle erfolge in normaler Weise über die Ausbildung der üblichen schwarzen Zeichnungselemente und erst anschließend begännen die hellen Partien nachzudunkeln, bis nach

zwei Tagen die Zeichnung nicht mehr erkennbar sei. Die Vitalität der Nachkommenschaft schwarzer Käfer erscheine wesentlich verringert.

Ende Juni 1953 wurden im Gebiet der Gemeinde Merkersdorf, Bezirk Korneuburg, Niederösterreich, auf einem Kartoffelacker, ebenfalls auf engem Raum, fünf vollkommen schwarz gefärbte Kartoffelkäfer gefunden, von denen nur zwei zusammen mit normal gefärbten Käfern dieser Fundstelle lebend in die Hand der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien gelangten (Faber 1953).

Bachtaler (1954) berichtet von einer Reise durch Spanien, daß dort vom Kartoffelkäfer bisweilen eine schwarze Abart gefunden werde, fügt aber keine Belege oder nähere Angaben an.

Vollkommen schwarze Kartoffelkäfer sind, soweit aus der Literatur ersichtlich ist, vor den oben genannten Funden weder in der Heimat des Schädlings, in Nordamerika, noch in anderen Ländern jemals beobachtet worden. Tower (1906b und 1918), der die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Variabilität der Gattung *Leptinotarsa* in zwei umfangreichen Veröffentlichungen dargelegt hat, beschreibt Formen mit schwarzem Kopf und Pronotum, aber normaler Flügelstreifung, nur von der *Leptinotarsa multitaeniata*-Gruppe. Zu dieser Gruppe gehört *Leptinotarsa melanothorax* Stal., welche früher als selbständige Art galt, von Tower aber als sogenannte „recurrent mutation" aufgefaßt wird. Towers Untersuchungen über die Variationsbreite der Pronotumzeichnung bei der *multitaeniata*-Gruppe weisen darauf hin, daß *L. melanothorax* als Extremfall, entstanden durch völlige Verschmelzung der schwarzen Zeichnungselemente des Thorax, aufzufassen ist, welchen eine kontinuierliche Reihe von Übergangsformen mit der Normalform verbindet. Für *Leptinotarsa decemlineata*, dessen thorakale Zeichnungselemente ebenfalls zu Verschmelzungen neigen, führt Tower keine solche extreme Varietät mit schwarzem Kopf und Thorax an, beschreibt jedoch als Spielart („sport") *Leptinotarsa melanicum* nov. Var., welche wohl normale Zeichnung zeigt, sich jedoch von der Normalform durch eine dunkel-ockergelbe Grundfarbe unterscheidet.

Nach Machatschke (1953) wäre die schwarze Mutante des Kartoffelkäfers als *Leptinotarsa decemlineata, forma nigra nov.* zu bezeichnen.

II. Vererbungsbiologische Untersuchungen

1. Beschreibung der schwarzen Käferform

Der folgenden Beschreibung liegen die Merkmale der schwarzen Käfer des Merkersdorfer-Fundes und ihrer Nachkommenschaft zugrunde.

Die gesamte sichtbare Körperoberfläche der ausgefärbten Käfer ist glänzend schwarz (Abb. 1, 2 und 3). Die von Weber (1950) angegebene hellere Färbung der distalen Tibienenden und der Tarsenunterseiten ist

Abb. 1: Schwarzer Kartoffelkäfer aus Merkersdorf, Niederösterreich. Die gesamte sichtbare Körperoberfläche ist glänzend schwarz

nur auf die goldgelbe, dichte Behaarung dieser Stellen zurückzuführen (wie auch beim normalgefärbten Käfer). Beim Männchen ist auch der Penis schwarz gefärbt, der sonst bernsteinfarbig und nur an der Spitze geschwärzt ist. Überraschenderweise trägt die Unterseite der Elytren die normale gelb-schwarze Streifung (Abb. 2). Die gelben Streifen sind allerdings dunkler als beim normal gefärbten Käfer, bei welchem diese fast weiß sind (Abb. 10). Die dunklen Höfe um die Punktierung auf den gelben Streifen der Flügelunterseite sind beim schwarzen Käfer größer

Abb. 2: Auf der Elytren-Unterseite ist beim schwarzen Käfer die normale gelb-schwarze Streifung erhalten geblieben

als beim normalen. Die Hinterflügel sind in der Jugend hell, nach der Überwinterung fast zur Gänze rot, genau wie beim normal gefärbten Käfer (Dunn 1951). Unter den Flügeln ist beim schwarzen Käfer das Meso- und Metanotum schwarz gefärbt, während die Tergite der Abdominalsegmente normal dunkelbraun sind. Die Intersegmentalhäute sind hell wie beim normalen Käfer. Als weiterer Unterschied der schwarzen Käfer zur Stammform ist bei jenen eine deutliche Aufwölbung der schwarzen Streifen auf der Elytrenunterseite festzustellen, welche beim normalen Käfer nicht vorhanden ist. Im übrigen stimmt der schwarze Käfer mit dem normal gefärbten in Größe, Gestalt, Oberflächenbeschaffenheit (Skulpturierung, Punktierung) und Beborstung vollkommen überein. Bei den Entwicklungsstadien konnten keinerlei morphologische Besonderheiten gegenüber jenen der Stammform festgestellt werden. Die von Kaplaneck (1953) an den Larven festgestellte lehmgelbe Färbung trat bei unseren Zuchtversuchen mit schwarzen Käfern nicht auf.

2. Zuchtversuche mit schwarzen Käfern

Methodik

Mit Hinsicht auf die Schwierigkeiten, welche die Zucht schwarzer Käfer infolge der geringen Vitalität der Entwicklungsstadien bot, sollen die Bedingungen, unter welchen die Tiere gehalten wurden, kurz geschildert werden.

Käfer und Larven wurden in Gitterkäfigen gehalten, in welchen die Futterpflanzen so eingefrischt waren, daß herabfallende Tiere nicht ins Wasser geraten, sondern die Pflanzen mühelos wieder erklettern konnten. Die Larven des ersten und zweiten Entwicklungsstadiums wurden zum Großteil auch in Petrischalen mit Filtereinlagen gehalten. Das Futter wurde in den Käfigen alle zwei bis drei Tage, in den Petrischalen zusammen mit den Filtereinlagen täglich gewechselt. Verpuppungsreife Larven wurden aus den Käfigen in Blumentöpfe, bzw. Kulturschalen überführt, welche mit leicht feucht gehaltenem Torfmull gefüllt waren. Alle Käfige und Zuchtgefäße wurden in einer Glashauskabine untergebracht, in der Temperatur und Feuchtigkeit ständig unter Kontrolle gehalten und durch Heizung, Beschattung, Befeuchtung, Lüftung usw. auf die erforderlichen Grenzen (18 bis 25° C, 40—70% rel. Luftfeuchte) einreguliert wurden.

Käfer, welche den Fraß einstellten und in Diapause gingen, wurden in Eprouvetten gebracht, welche mit sterilen, leicht angefeuchteten Sägespänen gefüllt und mit Watte verschlossen wurden. Die Eprouvetten wurden im Kühlschrank bei +4° C aufbewahrt. Diese Art der Einwinterung hat sich bisher bei der Haltung des Kartoffelkäfers ausgezeichnet bewährt und gestattet nach einem gewissen Mindestaufenthalt der Käfer im Kühlschrank von etwa zwei bis drei Monaten die

Tabelle 1

Übersicht über die mit schwarzen Käfern durch 4 Jahre angestellten Zuchtversuche

Jahr	Generation	Entstanden aus Kreuzung	Gesamt-Eizahl	Davon geschlüpft	Davon zu Käfern entwickelt		
					insgesamt	normalgefärbt	schwarz
1933	P		1 schwarzes Weibchen, vor dem Auffinden von einem Männchen der Stammform begattet				
	F_1	schwarz × normal	249	187	44	44 (18 ♀) Bastarde	—
			Von den 18 Bastard-Weibchen wurden 9 mit dem schwarzen Männchen des Merkersdorfer-Fundes (A) und 9 mit Bastard-Männchen der F_1 (B) gepaart				
	F_2	A) schwarz × Bastard	1. 122	92	50	34	16 (7 ♀)
			2. 117	87	39	27	12 (8 ♀)
			3. 99	72	18	12	6 (3 ♀)
			4.—9. gingen ohne Eiablage in Diapause				
		B) Bastard × Bastard	1. 312	241	81	74	7 (3 ♀)
			2. 265	179	77	75	2 (2 ♀)
			3. 114	88	32	27	5 (1 ♀)
			4. 109	59	30	30	0
			5.–9. gingen ohne Eiablage in Diapause				
1934	Nach Überwinterung überlebend: 69 (35 ♀) Bastarde. 29 (18 ♀) schwarze Käfer						
	F_3	schwarz × normal	Ein schwarzes Weibchen wurde mit einem Männchen der Stammform gepaart und dann nur mit schwarzen Männchen zusammen gehalten (wiederholte Kopula beobachtet)				
			71	60	10	10 Bast.	0
		schwarz × schwarz	17 schwarze Weibchen wurden mit schwarzen Männchen gepaart und zeugten:				
			1241	766	46	0	46 (21 ♀)
			alle 21 Weibchen gingen ohne Eiablage in Diapause				
		schwarz × Bastard	Durch Rückkreuzung von Bastard-Weibchen mit schwarzen Männchen wurden sechs schwarze Käfer gezogen (2 ♀), welche ohne Eiablage in Diapause gingen				
		Bastard × Bastard	Durch Paarung von Bastarden wurden zwei schwarze Käfer gezogen (kein Weibchen)				

Jahr	Generation	Entstanden aus Kreuzung	Gesamt-Eizahl	Davon geschlüpft	Davon zu Käfern entwickelt		
					insgesamt	normalgefärbt	schwarz
1955	Von den nach der Überwinterung überlebenden schwarzen Käfern konnten nur 7 Weibchen zur Eiablage gebracht werden. Daneben überlebten auch einige Bastard-Weibchen. Diese zeugten:						
	F_4	schwarz × schwarz	204	71	10	0	10 (5 ♀)
			alle 5 Weibchen gingen ohne Eiablage in Diapause				
		schwarz × Bastard	Durch Rückkreuzung von Bastard-Weibchen mit schwarzen Männchen konnten keine schwarzen Käfer mehr gezogen werden				
		Bastard × Bastard	Durch Paarung von Bastard-Käfern konnte kein schwarzer Käfer mehr erzielt werden				
1956	Von den nach der Überwinterung überlebenden schwarzen Käfern konnte nur ein Weibchen zur Eiablage gebracht werden:						
	F_5	schwarz × schwarz	49	12	1	0	1 verkrüppeltes Männchen
		Bastard × Bastard	Durch Paarung von Bastard-Käfern konnte kein schwarzer Käfer mehr erhalten werden				

jederzeitige Entnahme zur weiteren Haltung. Dazu werden die aus dem Kühlschrank geholten Käfer zunächst für einen Tag lang in Petrischalen mit befeuchteten Filterscheiben in einem kühlen Raum bei 10° bis 15° C gehalten. In dieser Zeit vollzieht sich die nach Beendigung der Diapause notwendige Wasseraufnahme und die Käfer können dann weiter in die Käfige verbracht und mit Futter versorgt werden.

Bastardierung schwarzer Käfer mit der Stammform

Die beiden schwarzen Kartoffelkäfer — ein Männchen und ein Weibchen —, die lebend in unsere Hände gelangten, wurden sofort von den normalgefärbten Käfern isoliert. Mit Rücksicht auf das frühe Funddatum mußte angenommen werden, daß es sich um bereits überwinterte Altkäfer aus dem Jahre 1952 handelte, weil zur Zeit des Fundes im Freiland die erste Larvengeneration noch nicht einmal zur Verpuppung in den Boden gegangen war. Da die schwarzen Käfer mitten unter normal gefärbten gefunden worden waren, haben sicher vor dem Auffinden wiederholt Paarungen zwischen den beiden Formen statt-

gefunden. Die schwarzen Käfer sind dem Finder ja auch nur deshalb aufgefallen, weil er sie bei der Paarung mit normalen Kartoffelkäfern antraf.

Das schwarze Weibchen legte in der Zeit von Juni bis September 1953 in 18 Gelegen 249 Eier ab (Tabelle 1). Obwohl in dieser Zeit sehr häufig Paarungen mit dem schwarzen Männchen stattfanden, waren alle Käfer der F_1-Generation vollkommen normal gefärbt und waren in keinem sichtbaren Merkmal von den Käfern der Stammform verschieden. Daraus ergaben sich zwei Folgerungen:

a) Ist das Merkmal „schwarz" erblich fixiert, was nach den Mitteilungen Kaplanecks (1953) über seine Zuchtversuche mit schwarzen Kartoffelkäfern durchaus auch für unseren Fall zu erwarten war, und erscheint bei Bastardierung mit der Stammform die Schwarzfärbung in der F_1-Generation weder rein noch intermediär, so liegt ein rezessives Merkmal vor und muß daher bei Rückkreuzung von Bastarden mit schwarzen Käfern die F_2-Generation zur Hälfte schwarze Käfer und zur anderen Hälfte normal gefärbte Bastarde ergeben.

b) Das schwarze Weibchen war bereits vor dem Fund von einem Männchen der Stammform begattet worden. Diese erste Begattung war allein wirksam und jede nachfolgende Kopulation mit dem schwarzen Männchen blieb erfolglos. Dieses Männchen wurde zur Rückkreuzung erfolgreich mit Bastardkäfern gepaart, war also fortpflanzungsfähig. Zur Klärung der Frage, ob tatsächlich nach einmal erfolgter Begattung spätere Paarungen unwirksam bleiben, wurde in der F_3-Generation ein schwarzes Weibchen bis zur ersten Kopulation mit einem Männchen der Stammform und anschließend mit einem durch Parallelversuch als kopulationsfähig erkannten, schwarzen Männchen zusammen gehalten. Trotz häufiger Paarungen mit diesem Männchen bestand die Nachkommenschaft ebenfalls wieder ausschließlich aus normalgefärbten Bastarden (Tabelle 1). Dies führt zu der Folgerung, daß beim Kartoffelkäfer offenbar die erste wirksame Begattung allein zur Hervorbringung von Nachkommenschaft beiträgt und die regelmäßig zu beobachtenden späteren Paarungen in den meisten Fällen biologisch bedeutungslos sind.

Rückkreuzung der Bastarde mit der schwarzen Form

Nachdem, wie oben ausgeführt, trotz sofortiger gemeinsamer Isolierung des schwarzen Pärchens in der F_1-Generation nur normal gefärbte Bastarde erzielt werden konnten, versprach unter der Voraussetzung, daß „schwarz" rezessiv ist und schwarze Käfer also in bezug auf die Färbung reinerbig sind, die Rückkreuzung durch Paarung der Bastard-Weibchen mit dem noch lebenden Männchen des Merkersdorfer Fundes die meisten schwarzen Käfer in der Nachkommenschaft zu liefern. Die Käfer der F_1-Generation wurden daher sofort nach dem Schlüpfen nach Geschlechtern getrennt. Die Hälfte der Weibchen wurde mit den schwarzen Männchen gepaart. Nur drei Käfer begannen alsbald mit der

Eiablage, während die restlichen nach Beendigung des Reifungsfraßes sofort in Diapause gingen. Wie Tabelle 1 zeigt, erfolgte in der F_3-Generation die Aufspaltung in schwarze Käfer und Bastarde nicht, wie nach dem zweiten Mendelschen Gesetz (Spaltungsgesetz) zu erwarten gewesen wäre, im Verhältnis 1 : 1, es waren die schwarzen Käfer vielmehr sehr in der Minderzahl. Dies dürfte aber wohl ausschließlich durch die wesentlich größere Sterblichkeit, vor allem der ersten Entwicklungsstadien, der schwarzen Form verursacht sein. Auch in den späteren Generationen wurden zur Auffrischung der mit jeder Generation hinfälligeren Zucht schwarzer Käfer durch Rückkreuzung schwarze Käfer erzielt.

Das Aufspaltungsverhältnis verschob sich dabei noch mehr zu Ungunsten der schwarzen Form, in der F_4-Generation konnte auf diesem Wege bereits kein schwarzer Käfer mehr großgezogen werden.

Paarungen Bastard × Bastard

Die zweite Hälfte der Bastard-Weibchen der F_1-Generation wurde mit Bastard-Männchen derselben Generation gepaart. Das zu erwartende Aufspaltungsverhältnis zwischen normalgefärbten Käfern (Reinerbig-Normale + Bastarde) und schwarzen Käfern wurde in der F_2-Generation ebenfalls nicht erreicht. Die Zahl der erhaltenen schwarzen Käfer blieb weiter hinter der erwarteten Zahl zurück, als dies bei der Rückkreuzung der Fall war. Noch größer stellte sich dieses Defizit in der F_3-Generation ein, während in der F_4- und F_5-Generation auf diesem Wege überhaupt kein schwarzer Käfer mehr herangezogen werden konnte. Auch in diesem Falle dürfte sich die Verschiebung des Aufspaltungsverhältnisses durch die geringere Vitalität der ersten Entwicklungsstadien der schwarzen Käfer erklären.

Reinzucht von schwarzen Käfern

Mit den in der F_2-Generation erhaltenen schwarzen Käfern wurde durch Paarung von Geschwistertieren in der F_3-Generation eine ausschließlich schwarze Nachkommenschaft erzielt. Die Mortalität der Larven war außerordentlich hoch. Aus 1241 Eiern konnten nur 46 schwarze Käfer gezogen werden (Tabelle 1).

In den Folgegenerationen nahm die Mortalität der ersten Entwicklungsstadien weiter zu, so daß die ursprünglich durch Rückkreuzung erhaltene Population schwarzer Käfer in der F_5-Generation wieder erlosch.

Vitalität der schwarzen Form und der Bastarde

Wie schon Kaplaneck (1933) feststellte, ist die Schwarzfärbung des Käfers mit einem Faktor geringerer Vitalität gekoppelt, der sich besonders in den ersten Entwicklungsstadien empfindlich bemerkbar macht. Tabelle 1 veranschaulicht, daß bei unseren Arbeiten schon die Sterblichkeit der Eier verhältnismäßig hoch war. Dabei dürfte ein

kleiner Teil der nicht bis zum Schlüpfen der Larven entwickelten Eier steril gewesen sein, der größere Anteil entwickelte sich anfänglich normal, blieb aber dann früher oder später in der Entwicklung stecken. So bot dann zur Zeit des Schlüpfens der Larven ein solches Eigelege ein ganz uneinheitliches Bild. Neben völlig unentwickelten Eiern fanden sich solche, welche im Stadium der hellen Sprenkelung stehen geblieben waren, und andere, die bereits die Segmentierung der Larven durchscheinen ließen bzw. in denen die Larven schon völlig entwickelt und ausgefärbt waren, aber nicht zum Schlüpfen kamen. Mit den größten Schwierigkeiten war es verbunden, die frisch geschlüpften Larven zur Nahrungsaufnahme zu bringen. Nach dem Schlüpfen verließen die meisten sofort die Eischale und wanderten unstet auf den Kartoffelblättern herum, begannen da und dort etwas zu nagen, ohne jedoch nennenswerte Nahrungsmengen aufzunehmen. Im Gegensatz dazu bleiben die Larven der Stammform nach dem Schlüpfen in der Regel auf den Eischalen sitzen und verzehren diese zum größten Teil; dann erst beginnen sie in der nächsten Umgebung des Geleges die Blattunterseite zu benagen. Die Larven sowohl aus Eigelegen, welche an der Pflanze geblieben waren, als auch von Gelegen, die in der üblichen Weise nach der Ablage mit dem Blatt abgetrennt und in Petrischalen verbracht worden waren, zeigten bei der Zucht schwarzer Käfer die geschilderte Erscheinung. An der grünen Pflanze waren die Verluste viel größer, weil dort die umherkriechenden Junglarven herabfielen und dann die Pflanze nicht wieder aufsuchten. In diesem ersten Entwicklungsstadium entstanden die weitaus größten Verluste, so daß sich bei unseren Arbeiten das Zahlenverhältnis zwischen geschlüpften Larven und daraus gezogenen Käfern viel ungünstiger einstellte, als dies Kaplaneck (1933) von seinen Versuchen berichtete. Larven, die einmal zu fressen begonnen hatten, kamen meist auch bis zur ersten

Tabelle 2.

Größenverhältnis schwarzer Käfer in den verschiedenen Generationen

Generation	Körperlänge in Millimeter (Durchschnitt von je 6 Käfern) Weibchen	Männchen
P	9·9	9·8
	(Einzelmessungen)	
F_2	8·2 ± 0·9	7·7 ± 1·6
F_3	7·5 ± 0·6	7·2 ± 1·1
F_4	7·4 ± 0·8	7·1 ± 1·1

Häutung, welche ein weiterer, jedoch weniger scharfer Engpaß in der Entwicklung der schwarzen Käfer war. Ab dem zweiten Larvenstadium war dann die Mortalität nur mehr unwesentlich größer als bei den gleichen Entwicklungsstadien der Stammform.

Die Durchschnittsgröße der schwarzen Käfer war von Generation zu Generation geringer (Tabelle 2), und es zeigte sich in zunehmendem Maße Neigung zur Ausbildung von Kümmerformen. Wie die Tabelle zeigt, hatten die beiden schwarzen Käfer aus Merkersdorf durchaus normale Größe.

Die schwarze Form entwickelte jährlich nur eine Generation, die Jungkäfer gingen nach dem Reifungsfraß ohne Eiablage sofort in Diapause, während von den zum Vergleich unter denselben Bedingungen gehaltenen Käfern der Stammform mühelos jährlich zwei Generationen erzielt werden konnten. Kein merklicher Unterschied bestand zwischen den schwarzen Käfern und jenen der gleichen Größenklasse der Stammform hinsichtlich der Fraßlust, der Häufigkeit der Paarungen und der Eiproduktion.

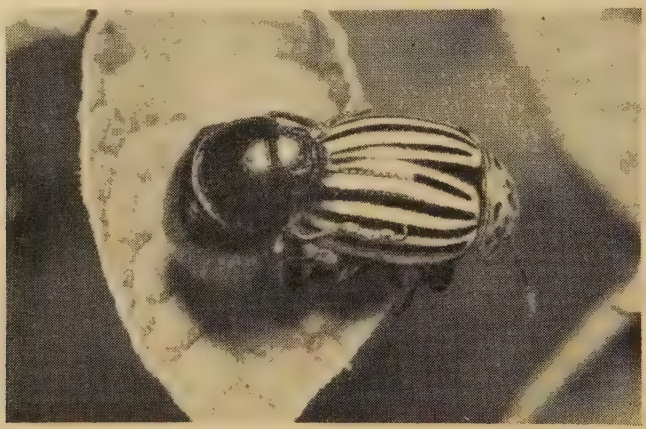


Abb. 3: Schwarzes Männchen mit einem Weibchen der Stammform in Paarung

Die Vitalität der Bastardkäfer und ihrer Entwicklungsstadien war wohl ebenfalls vermindert, aber nicht in dem Maße wie bei der schwarzen Form. Bei der Heranzucht der Larven entfiel gleichfalls der größte Verlustanteil auf das erste Stadium, Eisterilität oder Ausfälle im Verlaufe der Eientwicklung waren häufig.

3. Die Ausfärbung der schwarzen Käfer

An der schlüpfenden Puppe der schwarzen Käferform sind wie beim normalen Kartoffelkäfer bereits auf Kopf und Halsschild die üblichen schwarzen Zeichnungselemente ausgefärbt, ebenso sind das distale Tibienende und die Tarsen bereits dunkelbraun. Auch nach dem Schlüpfen sind die Käfer der schwarzen Form von den normalen noch nicht unterscheidbar, worauf auch Kaplaneck (1953) hinweist. Es

beginnen sich alsbald die Streifung der Elytren und die Zeichnung der Bauchseite normal auszubilden. Bei einem Teil der Individuen beginnt schon vor der vollen Ausfärbung der Flügelstreifen ein allmähliches braunes Nachdunkeln der rötlichgelben Grundfarbe auf Kopf und Halsschild. Dieses Nachdunkeln dehnt sich langsam auch auf die Flügeldecken, von ihrer Einlenkung aus beginnend, sowie auf die Bauchseite aus (Abb. 4). Schließlich ist der Käfer einheitlich schwarz gefärbt, so daß von der ursprünglichen Zeichnung nichts mehr zu sehen ist. Nur auf den Flügeldecken ist der Verlauf der Zeichnung an den Punktreihen zu erkennen, welche sonst die schwarzen Streifen begrenzen. Zeitlich wurde etwa folgender Verlauf der Ausfärbung beobachtet: 6 bis 12 Stunden nach dem Schlüpfen des Käfers, mitunter schon nach

Abb. 4: Obere Reihe: Rechts: Käfer der Stammform, 2 Tage alt; Mitte: Schwarzer Käfer, 2 Tage alt: das Halsschild ist bereits schwarz, auf den Elytren ist die ursprüngliche Streifung noch deutlich sichtbar; links: Schwarzer Käfer, 4 Tage alt und voll ausgefärbt. Untere Reihe: Rechts: Käfer der Stammform mit geschwärzter linker Elytre, als Folge einer mechanischen Verletzung an der Flügelbasis; Mitte: Käfer der Stammform, Bauchseite; links: Voll ausgefärbter schwarzer Käfer, Bauchseite

2 Stunden oder erst nach einem Tag, beginnt das Nachdunkeln der Grundfarbe auf Kopf und Halsschild; nach 1 bis 2 Tagen ist der ganze Käfer dunkel kaffeebraun, die schwarze Zeichnung nur noch schwach sichtbar; nach 3 bis 4 Tagen ist die Schwärzung vollständig. Die Erhärtung des Integuments dauert bei den schwarzen Käfern länger als bei normalgefärbten, weshalb jene häufig auf dem Brustschild oder den Flügeldecken durch mechanische Einwirkung entstandene Eindellungen aufweisen.

Da der schwarze Käfer bei seiner Ausfärbung Zwischenstufen aller Dunkelheitsgrade durchschreitet, dürfte es sich bei den in Deutschland nach den Berichten von Weber (1950) und Kaplaneck (1953) aufgefundenen Intermediärformen um noch nicht ganz ausgefärbt gewesene Käfer der schwarzen Form gehandelt haben. Dafür spricht vor allem die Tatsache, daß bei den Zuchtversuchen mit dem Merkersdorfer Material keine einzige bleibende Zwischenform auftrat, was in Anbetracht der Ergebnisse der Kreuzungsversuche nicht überrascht. Dagegen können in allen Kartoffelkäferbefallsgebieten Österreichs unter tausenden von Käfern immer wieder einzelne gefunden werden, welche durch die dunkelbraune Grundfarbe auf Kopf und Vorderbrust auffallen; diese Käfer besitzen aber ausschließlich normal hellgelb und schwarz gestreifte Flügeldecken. Auch Käfer mit vollkommener Schwärzung nur einer Flügeldecke werden ab und zu gefunden (Kaplaneck 1953). Bei genauerer Untersuchung eines solchen, in Österreich gefundenen Käfers (Abb. 4) erwies sich jedoch die Schwärzung als Folgeerscheinung einer geringfügigen mechanischen Verletzung an der Flügelwurzel, die erst nach dem Schlüpfen eingetreten sein muß. Eine solche Schwärzung ist beim normalen Käfer auch experimentell durch Verletzung der Flügelwurzel bald nach dem Schlüpfen herbeizuführen.

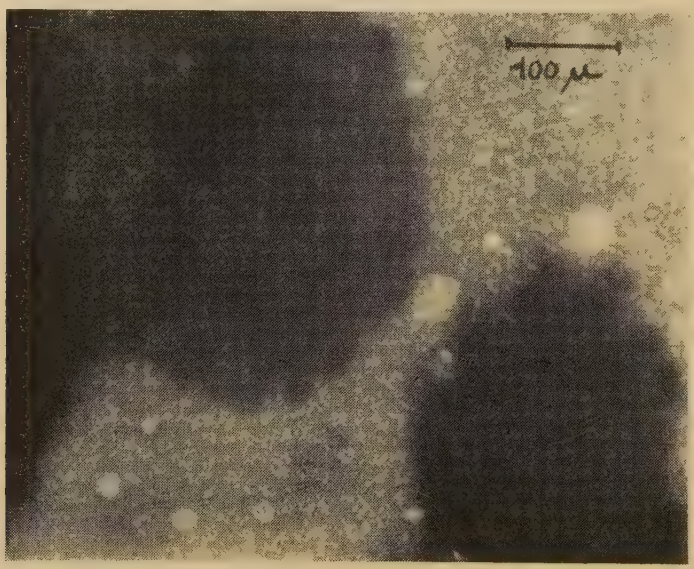


Abb. 3: Cuticula vom Pronotum des schwarzen Kartoffelkäfers im Durchlicht. Die schwarzen Zeichnungselemente der Stammform erscheinen auf rubinrotem Grund. Die regelmäßig in drei Richtungen orientierten Balkenlagen werden sichtbar

Von der Wundstelle ausgehend, breitet sich die Schwärzung dann allmählich mehr oder weniger weit über die Flügeldecke aus. Häufig tritt allerdings vorher eine Verpilzung der Wundnarbe ein, an welcher der Käfer bald zugrunde geht.

Der Verlauf der Ausfärbung beim schwarzen Käfer macht es klar, daß die Schwärzung der Zeichnungselemente und das nachträgliche Dunkelwerden der übrigen Körperoberfläche zwei voneinander vollkommen zu trennende Vorgänge sind, was auch Schnittuntersuchungen am Integument schwarzer Käfer beweisen. Es ist daher der schwarze Kartoffelkäfer nicht als Extremfall einer häufig in allen möglichen Varianten zu beobachtenden Vergrößerung und Ausdehnung der schwarzen Zeichnungselemente (Machatschke 1953) aufzufassen. Vielmehr konnten wir auch bei den schwarzen Käfern unmittelbar nach dem Schlüpfen solche Variationen etwa der Zeichnung des Halsschildes, und sogar Streifenanastomosen beobachten, deren Umrisse später in der allgemeinen Schwärzung verschwinden, aber bei Durchleuchtung des Integumentes wieder sichtbar werden (Abb. 3). Durch die Unterscheidung von Melanismus (schwarze Form des Kartoffelkäfers) und Nigrismus (Käfer der Stammform mit Vergrößerungen und Verschmelzungen der schwarzen Zeichnungselemente) hält Kaplaneck (1953) die beiden Erscheinungen auseinander. Nach seinem Bericht traten in der Umgebung des Naumburger Fundortes schwarzer Kartoffelkäfer in vermehrter Anzahl Käfer der Stammform mit Verschmelzungen der schwarzen Streifen an der Flügelbasis auf. Eigene Auszählungen in der Umgebung des niederösterreichischen Fundortes ergaben keine Anhaltspunkte für eine größere Häufigkeit solcher Zeichnungsabweichungen im Zusammenhang mit dem Vorkommen der schwarzen Käfer. Die Auszählungen wurden in der näheren Umgebung des Fundortes im Gebiet der Gemeinde Merkersdorf sowie 20 km südlich bei Korneuburg und zum Vergleich 20 km südlich von Wien bei Mödling vorgenommen.

Tabelle 3

Häufigkeit von Streifenanastomosen an der Elytrenbasis von Käfern verschiedener Fundorte

Fundort	Prozent-Anteil von Käfern mit Streifenanastomosen an der Elytrenbasis (Auszählung von je 1000 Käfern)
Merkersdorf	18·2
Korneuburg	17·4
Mödling	22·0

III. Vergleichende histologische Untersuchungen am Integument des Kartoffelkäfers und seiner schwarzen Form

Die Vermutung, daß beim schwarzen Kartoffelkäfer die Ausfärbung der Zeichnungselemente und das Nachdunkeln der Gesamtfarbe zwei verschiedene Vorgänge darstellen, sollte durch vergleichende mikroskopische Untersuchung des Integuments von Käfern verschiedener Ausfärbungsstadien beider Formen auf ihre Richtigkeit geprüft werden. Gleichzeitig war zu untersuchen, ob die Schwärzung der hellen Grundfarbe ebenso wie die Pigmentierung der normalen Zeichnungselemente in der Exocuticula lokalisiert ist. Beim schwarzen Käfer ist auf der Elytrenunterseite die gelb-schwarze Streifung erhalten geblieben, so daß gerade von der Untersuchung der Deckflügel interessante Ergebnisse zu erwarten waren. Schon bei der Untersuchung des Feinbaues der normal gefärbten Elytre ergaben sich bisher nicht bekannte Einzelheiten, weshalb auch darauf näher einzugehen sein wird.

Zusammenfassende Darstellungen mit umfangreichem Literaturnachweis über den allgemeinen Bau des Insekteninteguments geben Richards (1951) und Wigglesworth (1953). In seiner grundlegenden Arbeit über den Bau des Insektenskelettes geht Kühnelt (1928) auch auf den Feinbau der Deckflügel der Käfer ein. Von den zahlreichen Arbeiten, die sich mit den Elytren befassen, seien hier nur drei der neueren Schriften erwähnt. Stegemann (1930) untersuchte die Elytren der *Cicindelidae*, Sprung (1932) jene der *Carabidae* und Reuter (1937) untersuchte Deckflügel und Alae bei *Calandra*. Integument und Elytren des Kartoffelkäfers wurden schon von Tower (1903 a, 1903 b und 1906 a) untersucht, jedoch sind durch den großen Fortschritt der Kenntnisse über den Feinbau des Insektenskelettes in den vergangenen fünf Dezennien die Ergebnisse dieser Arbeiten zwar nicht überholt aber doch lückenhaft.

1. Methodik

Die Elytren frisch abgetöteter Käfer wurden in Carnoy-Gemisch fixiert, über Alkoholreihe und Benzol geführt und in Paraffin hohen Schmelzpunktes eingebettet. Die Notwendigkeit, Veränderungen in der Färbung möglichst zu vermeiden, verbot eine Enthärtung der Cuticula mit Diaphanol, welche besonders bei den Elytren der Altkäfer erwünscht gewesen wäre. Flügel von Altkäfern aus älterem Alkoholmaterial besaßen jedoch eine wesentlich bessere Schneidbarkeit als von frisch abgetöteten Tieren. Die Flügeldecken der Jungkäfer boten beim Schneiden wegen ihrer noch geringen Härte keine Schwierigkeiten und erlaubten ohne weiters Schnittdicken bis 5 µ herunter. Die bedeutend dickere und sprödere Cuticula der Altkäfer erforderte jedoch Schnittdicken von mindestens 10 µ, damit bei den Flügeln Innen- und Außenlage in ihrer Orientierung zueinander unversehrt blieben. Durch vorsichtige Abkühlung des Paraffinblockes mit Kohlensäure

wurde das Schneiden solcher Objekte merklich erleichtert. Die Schnitte wurden nach Entfernung des Paraffins in Faure'sches Gemisch eingebettet und mit dem Phasenkontrast-Mikroskop ausgewertet.

2. Der Feinbau der vollentwickelten Elytre des Kartoffelkäfers (Stammform)

Wie jeder Insektenflügel, ist die Elytre ein durch Hautausstülpung entstandener Anhang des Notums und besteht daher aus zwei einander angenäherten Integumentlagen, in der Folge als Dorsallage und Ventrallage bezeichnet, welche mit ihrer Basis einander zugekehrt sind und das in der Jugend geräumige, beim fertig entwickelten Käfer jedoch stark eingeengte Flügellumen umschließen. Die beiden Lagen sind an den äußerlich als Punktierung erscheinenden Stellen durch cuticuläre Säulen (Columnae) miteinander verbunden. Diese Säulen bestehen aus einem exocuticulären Kern, welchen ein von der Endocuticula gebildeter Mantel umgibt. Sie stehen in einfachen oder unregelmäßig doppelten Reihen und grenzen die Längsstreifen der Flügel, wie schon oberflächlich aus der Lage der Punktreihen zu erkennen ist, gegeneinander ab, so daß das Flügellumen in einzelne flach-röhren-

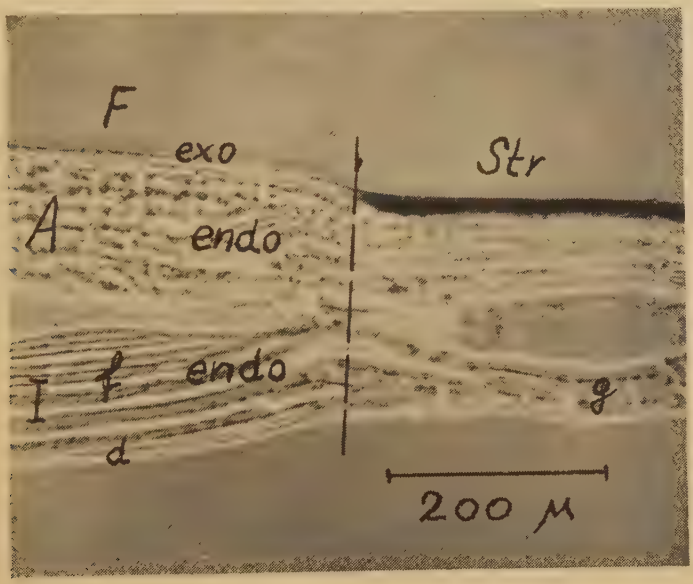


Abb. 6: Querschnitt durch die Elytre eines Kartoffelkäfers der Stammform (Altkäfer). A = Dorsallage, I = Ventrallage, Str = Streifen, F = Feld, exo = Exo- + Epicuticula der Dorsallage, endo = Endocuticula, f = fibrilläre Zone der Endocuticula der Ventrallage, g = gebänderte Zone, d = Dörnchenschicht. Die strichlierte Linie bezeichnet die Grenze zwischen Streifen und Feld

förmige Kammern geteilt wird, welche zwischen den Säulen miteinander in Verbindung stehen. Zur Vereinfachung der Erläuterungen werden im folgenden die Bereiche der schwarzen Flügelstreifen S t r e i f e n, die Bereiche der gelben Streifen aber als F e l d e r bezeichnet. Diese Benennungsweise ist auch auf die Verhältnisse beim schwarzen Kartoffelkäfer anwendbar. Das Lumen der Elytren steht mit der Leibeshöhle in Verbindung und es findet Blutumlauf statt. Vier Tracheenstämme durchziehen die Felder und entsenden teils durch die Streifen Queräste in

T a b e l l e 4

Übersicht über die Struktur- und Färbungsverhältnisse in Elytren von Käfern der Stammform und der schwarzen Form bzw. verschiedenen Alters

Alter	Elytrenlage	Cuticula-Schicht	Normalform		Schwarze Form	
			Streifen	Felder	Streifen	Felder
Jungkäfer frisch geschlüpft	Dorsallage	Epi-*) + Exocuticula	9—11 µ dunkel bernsteinfarb.	8—11 µ farblos	11—13 µ schwarz	9—11 µ farblos
			ohne besondere Struktur			
		Endocuticula	9 µ	11—13 µ	9 µ	10—12 µ
			farblos, nur eine Balkenlage ausgebildet			
	Ventrallage	Epi-**) + Exocuticula	2 µ	2 µ	2 µ	2 µ
			farblos			
		Endocuticula	noch nicht differenziert			
Jungkäfer 2 Tage alt	Dorsallage	Epi-*) + Exocuticula	11—13 µ schwarz	9—11 µ hell bernsteinfarb.	11—13 µ schwarz	9—11 µ bernsteinfarb.
		Endocuticula	12 µ farblos	22—25 µ farblos	11 µ äuß. Lage bernstein sonst farblos	21 µ farblos
			4 bis 5 Balkenlagen			
	Ventrallage	Epi-**) + Exocuticula	2 µ farblos	2 µ farblos	2 µ hell bernsteinfarb.	2 µ farblos
		Endocuticula	7 µ	9 µ	6 µ	9 µ
			farblos			
			gebändert	fibrillär	gebändert	fibrillär
			nur eine Lage ausgebildet			

Alter	Elytrenlage	Cuticula-Schicht	Normalform		Schwarze Form	
			Streifen	Felder	Streifen	Felder
Altkäfer ge-schlechtsreif	Dorsallage	Epi-*) + Exocuticula	11—13 µ schwarz	9—11 µ hell bernsteinfarb.	11—13 µ schwarz	9—11 µ dunkel bernstein
		Endocuticula	30—40 µ äuß. Lage bernstein sonst farblos	30—56 µ farblos	30—40 µ dunkel bernstein	30—56 µ bernsteinfarbig
			8 bis 12 Balkenlagen			
	Ventrallage	Epi-**) + Exocuticula	2 µ farblos	2 µ farblos	2 µ hell bernsteinfarb.	2 µ farblos
		Endocuticula	37—45 µ farblos gebändert	45—56 µ farblos fibrillär	37—45 µ bernsteinfarbig gebändert	45—52 µ farblos-hell bernsteinfarb. fibrillär
			8 bis 12 Lagen			

*) Epicuticula zirka 1 µ farblos.
**) Epicuticula im Schnitt nicht erkennbar.

die benachbarten Felder. Dem Verlauf der Tracheen entsprechend, wären daher nicht die Streifen mit den Namen der Flügeladern zu bezeichnen, wie das Machatschke (1933) in Anlehnung an Tower tut, sondern die Felder (siehe auch Sprung 1930). Daneben finden sich in den Elytren Fettgewebe, Nerven-, Sinnes- und Drüsenzellen.

Die Cuticula der Flügeldecke des entwickelten Kartoffelkäfers entspricht in ihrer Zusammensetzung aus Basalmembran, Epidermis, Endo-, Exo- und Epicuticula dem allgemeinen Bauplan (siehe Richards 1951), jedoch sind die verschiedenen Schichten in der Dorsallage und der Ventrallage bzw. in den Streifen und Feldern entsprechend modifiziert.

Dorsallage: Die Epicuticula erscheint im Querschnitt bei stärkerer Vergrößerung (800mal) als ein etwa 1 µ starkes, farbloses, scheinbar strukturloses Häutchen. Sie weist außer vereinzelten Microtrichia, sogenannten Idiocuticularstrukturen (Kühnelt 1928) und der in Flächenansicht erscheinenden hexagonalen Felderung, wie sie die Oberfläche der Insektencuticula fast allgemein zeigt, auf Streifen und Feldern keine besondere Differenzierung auf. Darunter liegt die bei mittlerer Vergrößerung ebenfalls homogen erscheinende Exocuticula. Sie löst sich infolge ihrer Sprödigkeit beim Schneiden leicht von den Schichten der Endocuticula ab. In der Exocuticula —

früher auch als Pigmentschicht bezeichnet — wird allein das Pigment abgelagert, das die typischen schwarzen Zeichnungselemente des Kartoffelkäfers erzeugt. Daher ist beim normal gefärbten Käfer im Querschnitt diese Lage in den Streifen auch bei geringeren Schnittdicken fast undurchsichtig schwarz, in den Feldern hingegen hell bernsteinbraun (Abb. 6, Tabelle 4). Besonders deutlich sind in dieser Schicht zahlreiche an die Oberfläche führende Drüsengänge zu sehen. Epi- und Exocuticula sind, wenn der Käfer die Puppenhülle verläßt, bereits ausgebildet, letztere an bestimmten Körperstellen (siehe oben) — nicht jedoch auf den Flügeln — auch schon fertig ausgefärbt. Die Anlagerung der mächtigen Endocuticula erfolgt dagegen im wesentlichen erst nach dem Schlüpfen des Käfers (Abb. 7). Diese innerste und beim geschlechtsreifen Käfer mächtigste Schicht des Integuments weist strukturell reiche Differenzierungen auf. Sie setzt sich in der Dorsallage aus 8 bis 12 Lagen zusammen, welche aus nebeneinanderliegenden und durch eine Zwischensubstanz miteinander verbundenen, schmalen Balken bestehen und daher die Bezeichnung Balkenlagen erhalten haben. Diese Balken sind, wie Kapzov (1911) an der Elytre von *Lucanus cervus* festgestellt hat, aus Bündeln feinster Fasern zusammengesetzt, welche in eine homogene Matrix eingebettet sind. Die Balken-

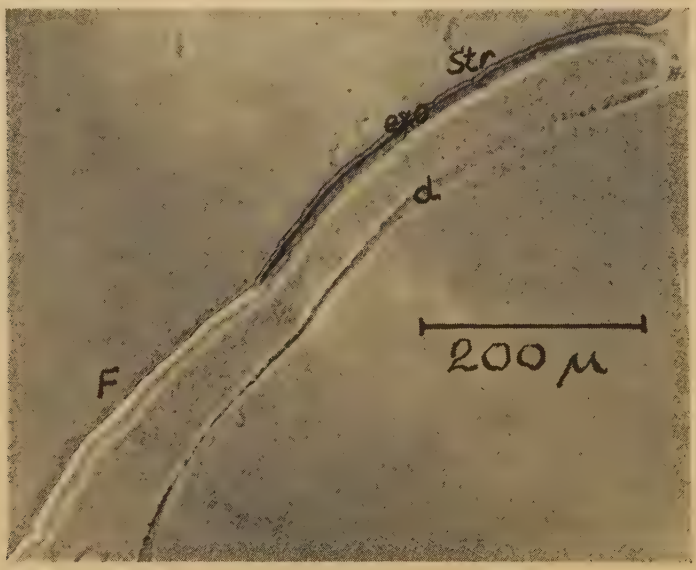


Abb. 7: Elytren-Querschnitt eines gerade geschlüpften, noch nicht ausgefärbten schwarzen Käfers. Eine Endocuticula ist noch nicht ausgebildet. Str = Streifen, F = Feld, exo = Epi- + Exocuticula der Dorsallage, d = Dörnchenschicht

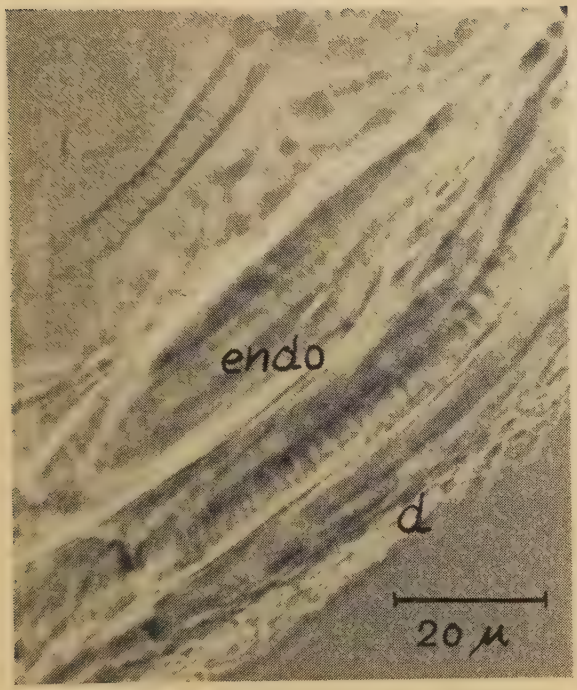


Abb. 8: Querschnitt durch die Ventrallage der Elytre eines normalgefärbten Kartoffelkäfers (Altkäfer), gebänderte Zone (Streifenbereich). endo = Endocuticula, d = Dörnchenschicht

richtung wechselt von Lage zu Lage um einen Winkel von etwa 60 Grad, so daß die ganze Schicht in Durchsicht eine typische netzartige Struktur erhält (siehe auch Abb. 5). K ü h n e l t (1928) beobachtet senkrecht zur Oberfläche zwischen den Balken verlaufende Fasern aus Zwischensubstanz, welche mit den Endo- und Exocuticula durchlaufenden Porenkanälen identisch sein dürften. Solche Fasern sind auch beim Kartoffelkäfer festzustellen. Diese Porenkanäle sind ursprünglich durch feinste plasmatische Fortsätze der Epidermis, später jedoch unter Umständen durch cuticuläre Inkrusten ausgefüllt. Auf die mutmaßliche Funktion dieser Porenkanäle ist später noch einzugehen, da sie vielleicht bei der Ausfärbung des schwarzen Kartoffelkäfers eine Rolle spielen. Bei genauer Untersuchung sind die in der Exocuticula gut sichtbaren Drüsenkanäle auch im Gewirr der Balkenlagen bis an die Innenseite der Endocuticula zu verfolgen. Die Endocuticula ist mit Ausnahme der in den Streifen an die Exocuticula angrenzenden Partien der äußersten Lage beim normal gefärbten Käfer stets farblos. Jene Partien in den Streifen aber sind meist hell bis dunkler bernsteinfarbig, so daß

etwa der Eindruck entsteht, als hätte die schwarze Exocuticula auf diese Lage abgefärbt. Epidermis und Basalmembran sind bei Betrachtung des ungefärbten Präparates im Phasenkontrastmikroskop weder in der Dorsallage noch in der Ventrallage der fertig ausgebildeten Elytre deutlich feststellbar. Beide sind weitgehend rückgebildet und nur als undeutliche Reste im Flügellumen zu finden.

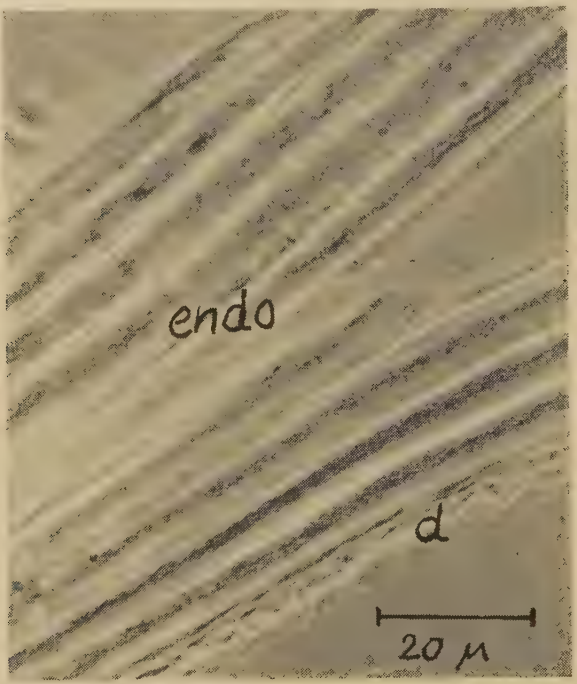


Abb. 9: Querschnitt durch die Ventrallage der Elytre eines normalgefärbten Kartoffelkäfers (Altkäfer), fibrilläre Zone (Feldbereich). endo = Endocuticula, d = Dörnchenschicht

Ventrallage: Verfolgt man die Reihe der Schichten weiter in die Ventrallage, so präsentieren sich hier die Lagen naturgemäß in umgekehrter Reihenfolge. Die mächtige Endocuticula besteht wie in der Dorsallage aus 8 bis 12 — jedoch nicht aus Balken zusammengesetzten — Lagen, welche, je nach dem sie sich in einem Streifen oder in einem Feld befinden, ganz verschiedene Feinstruktur besitzen und dadurch wesentlich zur Färbung der Elytre beitragen. Im Streifen sind die einzelnen, undeutlich gegeneinander abgegrenzten Lamellen stark lichtbrechend und durchsichtig. Etwa jede zweite oder dritte Lamelle weist eine senkrecht zur Oberfläche verlaufende Bänderung auf, so, als bestünde sie selbst wieder aus sehr dünnen, hochkant stehen-

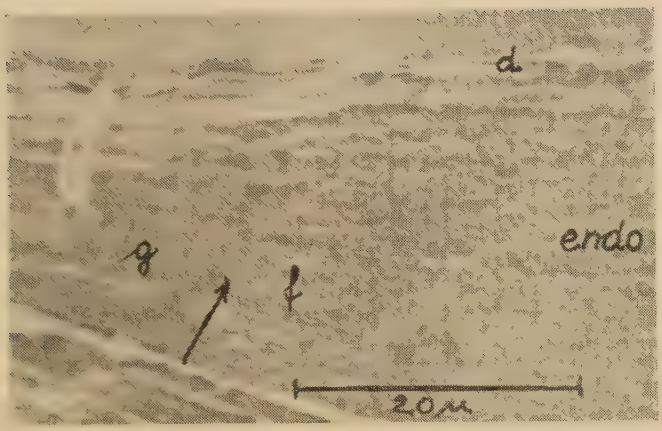


Abb. 10: Querschnitt durch die Ventrallage der Elytre eines normalgefärbten Kartoffelkäfers (Altkäfer). Übergang von der gebänderten zur fibrillären Zone. An der Übergangsstelle (Pfeil) ist die reihenweise Anordnung der im Querschnitt getroffenen Fibrillen zu erkennen; endo = Endocuticula der Ventrallage, d = Dörnchenschicht, g = gebänderte Zone, f = fibrilläre Zone

den Lamellen (Abb. 8). Die Zwischenlagen sind hingegen fast strukturlos. Die Sprödigkeit der ganzen Lage verrät eine besonders starke Inkrustierung. Im Gegensatz dazu ist in den Feldern die Endocuticula zäh, von lockerer, fibrillärer Struktur und daher bei gleicher Lamellen-

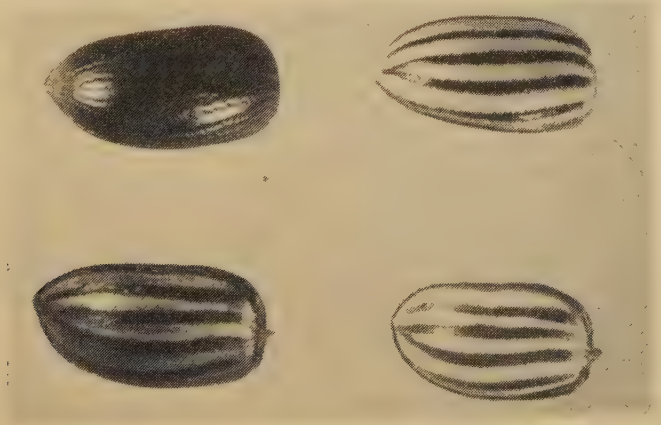


Abb. 11: Links oben: Flügeldecke des ausgefärbten schwarzen Käfers. Oberseite; links unten: dtto., Unterseite.
Rechts oben: Flügeldecke des normalgefärbten Kartoffelkäfers (Altkäfer). Oberseite; rechts unten: dtto., Unterseite

zahl wesentlich dicker als in den Streifen (Tabelle 4, Abb. 9 und 10). Die Lamellen sind gut gegeneinander abgegrenzt und setzen sich aus lose parallel nebeneinanderliegenden, feinsten Fibrillen zusammen. Eine feste Zwischensubstanz, in welche die Fibrillen eingebettet wären, scheint zu fehlen. Die Ventrallage ist daher in den Feldern in Flächenansicht infolge diffuser Totalreflexion des Lichtes durch die Fibrillenlagen völlig undurchsichtig und weiß, was bei Vorhandensein einer festen Zwischensubstanz infolge zu geringer Unterschiede der Brechungsindizes nicht der Fall wäre (Abb. 11). Ebenso spricht für das Fehlen einer Zwischensubstanz, daß beim Einbetten der Ventrallage von Elytren frisch abgetöteter Käfer in F a u r e 'sches Gemisch dieses die Fibrillenlagen der Felder nur sehr langsam durchdringt und durchsichtig macht. Es bleiben winzige, luftblasenähnliche Einschlüsse erhalten, welche erst nach Tagen vom Einschlußmedium absorbiert werden. Die Lagerichtung der Fibrillen wechselt von Lamelle zu Lamelle, allerdings nicht in so regelmäßigen Winkeln wie in den Balken der Dorsallage. Im Präparat sind in jeder zweiten bis dritten Lamelle die Fibrillen im Querschnitt getroffen. Diese Schichten entsprechen den erwähnten gebänderten Lamellen in den Streifen und man sieht an den Übergangsstellen zwischen Feld und Streifen, daß sich die in den Feldern lose und ohne besondere Ordnung parallel nebeneinander liegenden Fasern zu einzelnen, aus je etwa 15 bis 20 Fibrillen zusammengesetzten, hochkant stehenden Lamellen ordnen. Während an der Übergangsstelle die Faserquerschnitte noch sehr gut zu sehen sind, bleibt in den Streifen nur die erwähnte Bänderung sichtbar, die Fibrillen selbst sind hier offenbar infolge ihrer Einbettung in eine Zwischensubstanz mit gleichem Brechungsindex auch phasenoptisch nicht sichtbar zu machen, obwohl sie zweifellos vorhanden sind (Abb. 10). Somit wäre allen drei verschiedenen strukturellen Typen der Endocuticula in der Elytre des Kartoffelkäfers, den Balkenlagen, dem fibrillären und dem gebänderten Typ, die Zusammensetzung aus feinsten Fibrillen gemeinsam und sie würden sich voneinander nur durch die Art der Gruppierung dieser Fibrillen und durch das Vorhandensein oder Fehlen einer verbindenden Zwischensubstanz unterscheiden. Im Präparat ist sowohl die fibrilläre wie die gebänderte Endocuticula unpigmentiert. Begrenzt wird die Ventrallage nach außen durch eine nur 2 µ dicke, farblose, scheinbar homogene Lage, die aus Exo- und Epicuticula zusammengesetzte, sogenannte Dörnchenschicht. Obwohl sich die beiden Lagen dieser Schicht phasenoptisch auch bei stärkster Vergrößerung nicht voneinander trennen, darf doch angenommen werden, daß eine Epicuticula tatsächlich vorhanden ist, da eine solche von S p r u n g (1932) in der Dörnchenschicht von Carabiden nachgewiesen werden konnte und auch K ü h n e l t (1928) die Ansicht vertritt, daß in der Ventrallage der Elytren sowohl eine Exo- wie eine Epicuticula allgemein vorhanden sind. Die Dörnchenschicht verdankt ihre Bezeichnung eigenartigen Skulpturen, mit denen

sie dicht besetzt ist und die in kurzen, breit angesetzten, apical gerichteten Dörnchen bestehen. Wie schon oben angedeutet, trägt die unterschiedliche Struktur der Endocuticula in Streifen und Feldern der Ventrallage zur charakteristischen Färbung der Elytre wesentlich bei. Durch die fibrilläre Beschaffenheit und durch das Fehlen der Zwischensubstanz erscheint beim geschlechtsreifen Käfer die Ventrallage der Felder weiß und hellt die Farbe letzterer — dorsal besehen — zu einem

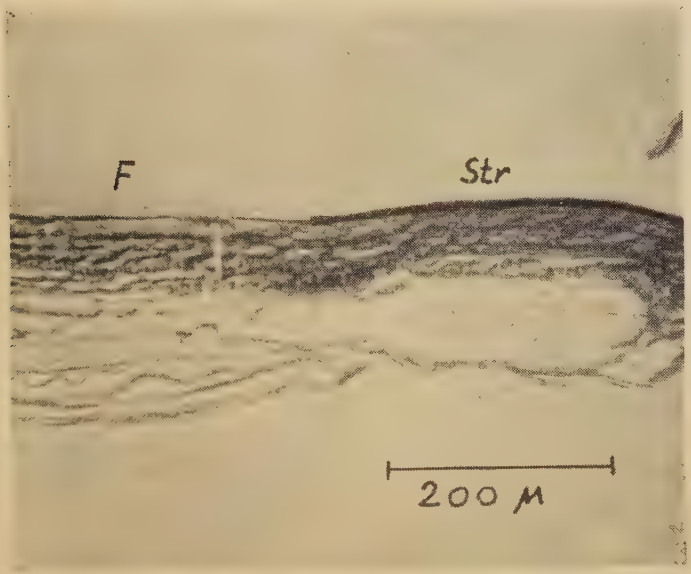


Abb. 12: Querschnitt durch die Elytre eines ausgefärbten schwarzen Kartoffelkäfers (Altkäfer). Str = Streifen, F = Feld

lichten Gelb auf, während die Grundfarbe des Käfers sonst ein Lichtbraun ist (z. B. Halsschild, Bauchseite). Beim Jungkäfer, bei dem die Pigmentierung der schwarzen Zeichnungselemente gerade abgeschlossen ist, muß die Endocuticula der Ventrallage erst angelagert werden und kann in den Feldern noch nicht als aufhellende Tapete wirken. Daher stimmt die Farbe der Felder zu diesem Zeitpunkt noch mit der rotbraunen Grundfarbe des Körpers überein. Später, wenn die Körpergrundfarbe infolge der mächtigen Ausbildung der Balkenlagen im Integument und der dadurch bedingten Abdämpfung der ursprünglich durchscheinenden rötlichen Farbe der Hämolymphe zu einem stumpfen Braun geworden ist, hat sich gleichzeitig durch die Ausbildung der dorsalen und ventralen Endocuticula das Flügellumen so stark verengt, daß die Hämolymphe nur noch in ganz dünner Schicht vorhanden ist und mit ihrer rötlichen Eigenfarbe keinen Einfluß auf die Gesamt-

färbung der Felder mehr ausübt. Diese erscheinen daher in einem Lehmgelb, das durch Kombination der in Durchsicht bernsteingelben Eigenfarbe der Dorsallage mit der aufhellenden Wirkung der weißen Ventrallage zustandekommt. Die Flügelunterseite zeigt beim normalgefärbten Kartoffelkäfer die Felder weiß, in den Streifen hingegen kommt infolge der Durchsichtigkeit der Ventrallage und der dorsalen Endocuticula (siehe Tabelle 4) die Pigmentierung der dorsalen Exocuticula voll zur Geltung. Die Streifen erscheinen auch unterseitig schwarz (Abb. 11).

3. Feinbau und Pigmentierung des Integumentes der schwarzen Form

Der Feinbau der Elytren des schwarzen Kartoffelkäfers weist strukturell keine Besonderheiten auf. Der Unterschied zwischen den beiden Formen besteht also lediglich in der Pigmentierung, wobei es sich, wie schon aus der Schilderung der Ausfärbungsvorgänge hervorging, bei der schwarzen Form um eine zusätzliche Schwärzung der ursprünglich unpigmentierten Partien handelt. Der Elytrenquerschnitt eines ausgefärbten schwarzen Käfers mit vollständig ausgebildeter Cuticula (Abb. 12) zeigt die Unterschiede klar auf (siehe auch Tabelle 4). Die Bezeichnung der verschiedenen Intensität der Pigmentierung der einzelnen Integumentlagen erfolgt hier nach einer fünfstufigen Skala: farblos, hell-bernsteinfarbig, bernsteinfarbig, dunkel-bernsteinfarbig, schwarz. Das Pigment ist in allen Fällen diffus im Substrat verteilt.

Im Elytrenquerschnitt des schwarzen Altkäfers ist in der Dorsallage die Exocuticula in den Streifen schwarz, in den Feldern aber gleichmäßig dunkelbernsteinfarbig, während sie in letzteren bei der Stammform hell-bernsteinfarbig erscheint. Die Grenze zwischen Streifen und Feld ist wie beim normalgefärbten Käfer in der Exocuticula nicht scharf, es besteht vielmehr eine schmale Übergangszone. Die Endocuticula ist in den Streifen dunkel-bernsteinfarbig, wobei die äußersten, an die Exocuticula grenzenden Lamellen am dunkelsten erscheinen, während die inneren Schichten, welche das Flügellumen begrenzen, deutlich heller sind. In den Feldern ist die Endocuticula bernsteinfarbig mit ähnlich abnehmender Intensität von außen nach innen. Der Übergang von der dunkleren Färbung der Streifen zur helleren der Felder ist in der Endocuticula vollkommen kontinuierlich. Die exocuticulären Kerne der Columnae sind je nach ihrer Lage in Streifen oder Feldern schwarz bzw. dunkel-bernsteinfarbig.

In der Ventrallage ist die Endocuticula der Streifen (gebänderte Struktur) bernsteinfarbig, mit zunehmender Helligkeit von außen bzw. von den Columnae zum Flügellumen, jene der Felder (fibrilläre Struktur) wie beim Käfer der Stammform farblos. Die Exocuticula der Ventrallage (Dörnchenschicht) ist in Streifen und Feldern hell-bernsteinfarbig.

Die zusätzliche Pigmentierung der Dorsallage (Exocuticula der Felder + Endocuticula) beim schwarzen Käfer erscheint im Schnittpräparat als verhältnismäßig schwach, sie genügt aber, um in Aufsicht den Eindruck der vollkommenen Schwärzung der gesamten Flügeldecke hervorzurufen, wozu die relative Mächtigkeit der Endocuticula wesentlich beiträgt. Trotz der geringeren Pigmentierung der Dorsallage in den Feldern ist die aufhellende Wirkung der darunterliegenden fibrillären, stark reflektierenden und daher für sich allein weiß erscheinenden

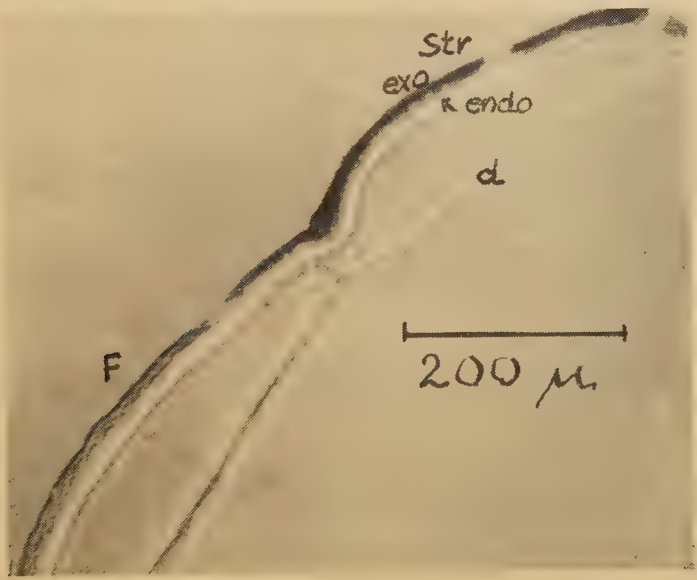


Abb. 13: Querschnitt durch die Elytre eines zwei Tage alten schwarzen Kartoffelkäfers. Die Exocuticula auch des Feldes hat bereits ihren endgültigen Schwärzungsgrad erreicht, die erst in zwei Lagen ausgebildete Endocuticula der Dorsallage und die Ventrallage sind noch farblos. Str = Streifen, F = Feld, exo = Epi- + Exocuticula, endo = Endocuticula der Dorsallage, d = Dörnchenschicht

Endocuticula der Ventrallage in Aufsicht völlig aufgehoben. Auf der Flügelunterseite ist jedoch die helle Färbung der Felder erhalten geblieben, wenn sie auch infolge der leichten Pigmentierung der dünnen Exocuticula (Dörnchenschicht) dunkler ist als beim Käfer der Stammform. Es fällt auf und scheint auf eine gemeinsame Quelle der Pigmentbildung hinzuweisen, daß die Ausfärbung der Endocuticula in der Nähe der exocuticulären schwarzen Streifen und der Columnae-Kerne dieses Bereiches am intensivsten ist und mit der Entfernung von diesen Schwärzezentren kontinuierlich abnimmt. Es sei auch darauf hingewiesen, daß schon beim normalgefärbten Altkäfer der Stammform die

unter den exocuticulären schwarzen Streifen liegende äußerste Lamelle der Endocuticula bernsteinfarbig pigmentiert ist.

Auch die Reihenfolge der Ausfärbung der einzelnen Integumentlagen scheint darauf hinzuweisen, daß der Unterschied zwischen dem Pigment der schwarzen Streifen der Exocuticula und jenem der übrigen, heller gefärbten Partien nicht qualitativer, sondern vermutlich nur quantitativer Natur ist. Beim frisch geschlüpften Jungkäfer der schwarzen Form besteht noch keinerlei Unterschied zum gleichen Stadium der Stammform. Die Exocuticula ist in den Streifen der Dorsallage dunkel-bernsteinfarbig bis schwarz, sonst farblos, die Anlagerung der Endocuticula hat in beiden Lagen noch nicht begonnen (Abb. 7, Tabelle 4). Beim zwei Tage alten Jungkäfer ist die Exocuticula der Dorsallage in den Streifen tiefschwarz, in den Feldern schon so wie beim schwarzen Altkäfer dunkel-bernsteinfarbig (Abb. 13), die Endocuticula, von der erst eine bis zwei Lamellen ausgebildet sind, ist hingegen in beiden Lagen noch völlig farblos. Ihre Ausfärbung beginnt erst später mit von der Exocuticula zum Flügellumen abnehmender Intensität fortschreitend, bis drei bis vier Tage nach dem Schlüpfen auch dieser Vorgang beendet ist und der Käfer völlig schwarz erscheint.

Die hier für die Elytren beschriebenen Verhältnisse treffen sinngemäß auch für das übrige sklerotisierte Körperintegument des schwarzen Käfers zu. In Durchsicht erscheinen beim schwarzen Käfer jene Integumentpartien, die erst durch die beschriebene nachträgliche Pigmentierung ihre Schwärzung erfahren haben, im Mikroskop bei Kunstlicht nicht wie im Schnittpräparat dunkel-bernsteinfarbig, sondern rubinrot.

IV. Zur Physiologie der Pigmentbildung beim schwarzen Kartoffelkäfer

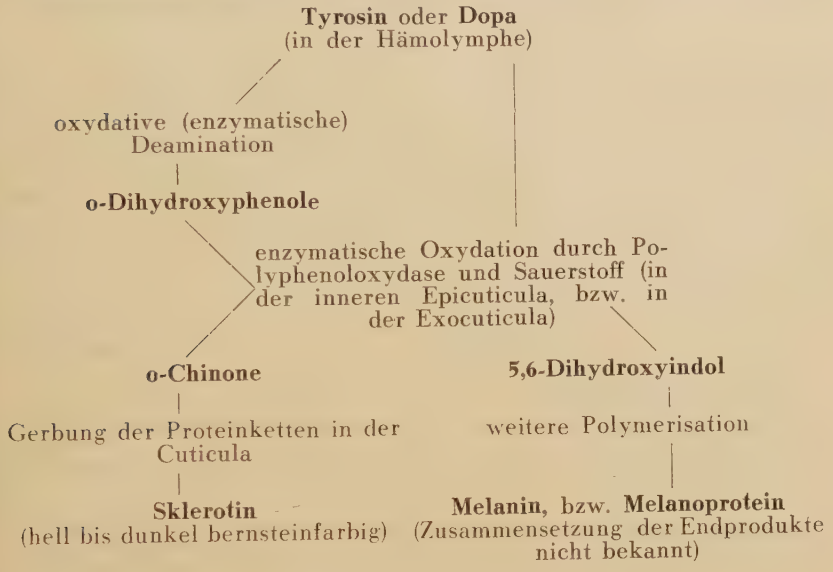
Für die Dunkelfärbung des gesamten sklerotisierten Integumentes des schwarzen Kartoffelkäfers kommen zwei Ursachen in Betracht, wenn man den Fall als unwahrscheinlich ausschließt, daß ein besonderes, bei der Stammform nicht vorkommendes Pigment für die Schwärzung verantwortlich sei.

1. Dunkelfärbung der Cuticula durch Sklerotisierung

Die Erhärtung der Cuticula nach der Neubildung ist im allgemeinen mit einer gleichzeitigen hell- bis dunkel-bernsteinbraunen Ausfärbung verbunden, welche auf eine von Pryor (1940) als „Sklerotin" bezeichnete Substanz zurückgeführt wird. Diese Substanz wird zwischen das Chitingerüst eingelagert, besteht aus gegerbtem Protein und gibt dem gesamten Integument erst seine große Festigkeit. Dementsprechend ist die Sklerotisierung der Cuticula bei den Käfern besonders ausgeprägt. Die gerbenden Stoffe werden durch ein besonderes Enzym-System aus Tyrosin, bzw. β-(3,4,-Dihydroxyphenyl-)Alanin (= „Dopa") gebildet. Zunächst wird Tyrosin, bzw. Dopa enzymatisch zu o-Dihydroxyphenolen

Tabelle 5.

Sklerotisierungsprozeß und Melaninbildung (schematische Übersicht).



deaminiert. Die entstandenen Phenole werden in der inneren Epi- und in der Exocuticula durch Einwirkung einer Polyphenoloxydase und von Sauerstoff zu den entsprechenden o-Chinonen oxydiert. Diese gerben schließlich die in der Cuticula vorhandenen Proteinketten zu dem bernsteinfarbigen Sklerotin (Richards 1951, Hackman 1953). Ein Dehydrogenase-System, welches vermutlich das Redoxpotential der Hämolymphe unter die Reaktionsgrenze erniedrigt, verhindert eine vorzeitige Reaktion zwischen Substrat (Tyrosin oder Dopa) und Enzym. Man nimmt an, daß dieses Hemmsystem zur Einleitung des Sklerotisierungsprozesses hormonell ausgeschaltet wird (Fraenkel 1935).

Die durch Sklerotisierung hervorgerufene Ausfärbung der Cuticula ist unter den Insekten allgemein verbreitet. Völlig farbloses und zugleich sklerotisiertes Integument zählt zu den Ausnahmen. Zufolge der stärkeren Sklerotisierung der Exocuticula ist dort die damit verbundene Ausfärbung am intensivsten, während in der Endocuticula, wo das elastischere Chitin überwiegt, die Ausfärbung häufig ganz fehlt oder sich auf die äußere Zone beschränkt, bzw. sich nur in selteneren Fällen auf die ganze Lage ausdehnt. Bei stark sklerotisierten Elytren der Käfer ist jedoch auch die Ausfärbung der Endocuticula (der Dorsallage) keine Seltenheit (Sprung 1932, Stegemann 1930).

2. Melanin

In den meisten Fällen entsteht die schwarze Zeichnung, bzw. die totale Schwärzung der Insektencuticula durch Melaneinlagerung. Melanin ist kein einheitlicher, chemisch genau definierbarer Körper, vielmehr werden wahrscheinlich heute noch unter dieser Bezeichnung Pigmente ähnlicher Eigenschaft aber verschiedener Herkunft zusammengefaßt. Zum Unterschied von dem granulären Melanin der Vertebraten, kommt das Pigment in der Insektencuticula allgemein nur in diffuser Verteilung vor. Melanine sind hochstabile Körper, in Wasser und organischen Lösungsmitteln sowie in verdünnten Säuren unlöslich. Die Melaneinlagerung beschränkt sich im allgemeinen auf die früher auch als „Pigmentschicht" bezeichnete Exocuticula. Die durch Melanin erzeugte Färbung ist dunkelbraun bis schwarz. Die Exocuticula des normalgefärbten Kartoffelkäfers ist auf Stellen der schwarzen Zeichnungselemente so stark pigmentiert, daß sie selbst im Querschnittpräparat noch tiefschwarz erscheint.

Die Bildung von Melanin geht wie der Sklerotisierungsprozeß von Tyrosin bzw. β-(3, 4.-Dihydroxyphenyl-)Alanin (Dopa) aus, welches sich aus ersterem durch Anlagerung einer OH-Gruppe bildet (Chauvin 1949). Unter Einwirkung von Tyrosinase (Polyphenoloxydase) und Sauerstoff bildet sich daraus über verschiedene Zwischenstufen 5, 6-Dihydroxyindol, welches durch Polymerisation zu Melanin wird, dessen endgültige Zusammensetzung jedoch unbekannt ist (Chauvin 1949, Richards 1951, Hackman 1953). Daneben kann es auch durch Reaktion der Melanin-Vorstufen mit den cuticulären Proteinen zur Bildung von Melanoproteinen kommen (Hackman 1953). In diesem Fall ist kaum mehr von einem Pigment im engeren Sinn zu sprechen, vielmehr stellt dann der Melaninkomplex einen integrierenden Bestandteil der Cuticula dar (Richards 1951).

3. Sklerotin oder Melanin?

Obige lückenhafte und vielleicht allzu schematische Darstellung der Prozesse der Sklerotisierung und der Melaninbildung zeigt immerhin auf, daß die Entscheidung schwierig ist, welcher der beiden Vorgänge für das Nachdunkeln der Grundfarbe beim schwarzen Kartoffelkäfer verantwortlich ist. Dazu kommt, daß Sklerotin und Melanin in allen ihren derzeit methodisch erfaßbaren Eigenschaften einander sehr ähnlich sind. Die von Lison (1936) und anderen Autoren angegebenen qualitativen Melaninreaktionen sprechen nach Hackman (1953) in gleicher Weise auch auf Sklerotin an. Nach demselben Autor besteht allerdings die Möglichkeit einer spektroskopischen Unterscheidung beider Substanzen. Ihre Absorptionskurven weisen charakteristische Unterschiede auf. Für den gegenständlichen Fall ist jedoch diese Methode wegen der benötigten, relativ großen Substanzmengen nicht

anwendbar. Auch die Betrachtung der Ablaufmechanismen der beiden Prozesse in der Cuticula führt, wenn man diese mit den beim schwarzen Kartoffelkäfer beobachteten Ausfärbungsvorgängen in Vergleich setzen wollte, zu keinem günstigeren Ergebnis. Die Melanineinlagerung in der Exocuticula scheint stets ein Teilprozeß der Sklerotisierung, bzw. ein mit dieser gekoppelter Vorgang zu sein. Beide Prozesse gehen wahrscheinlich von demselben Ausgangssubstrat aus (Tyrosin oder Dopa), es dürften zum Teil dieselben oder nahe verwandte Enzyme zur Wirkung kommen (Tyrosinasen, Polyphenoloxydasen), das Substrat passiert in beiden Fällen die Epidermis, bzw. wird von dieser in die Porenkanäle der Cuticula ausgeschieden und wird in der inneren Epicuticula, der Zone stärkster Enzymanreicherung, oxydiert. Ein wesentlicher Unterschied besteht allerdings darin, daß das Ausgangsmaterial im Falle der Sklerotisierung erst deaminiert wird, bevor es weiter in den Prozeß eingeht, bei der Melaninbildung jedoch nicht.

In der Elytre des Kartoffelkäfers (Stammform) ist zur Zeit des Schlüpfens die Cuticula noch nicht sklerotisiert und noch ungefärbt. Mit der Sklerotineinlagerung in der äußeren Zone der Procuticula (= Vorstufe von Exocuticula + Endocuticula) der Dorsallage, welche in den Feldern eine nur hell-bernsteinfarbene Ausfärbung zur Folge hat, beginnt gleichzeitig in den Streifen die intensive Schwärzung. Gortner (1911), der diese Ausfärbungsvorgänge genau untersucht hat, stellt fest, daß das schwarze Pigment keine Azo-Verbindung, sondern Melanin ist, welches durch Wechselwirkung eines farblosen oxydablen Chromogens (Tyrosin) mit einem oxydierenden Enzym der Tyrosinase-Type in der Cuticula entsteht. Er weist auch nach, daß die genetisch genau festgelegte Ausbildung der schwarzen Zeichnungselemente nicht durch das Enzym gesteuert wird, da dieses zwar in der peripheren Zone der Cuticula angereichert, aber über die ganze Integumentfläche gleichmäßig verteilt auftritt, sondern durch streng lokalisierte Sekretion des Chromogens durch die Epidermis. Durch Eintauchen der Elytre eines noch nicht ausgefärbten Kartoffelkäfers in eine Tyrosin-Lösung färbt sich der ganze Flügel schwarz, während durch Eintauchen in eine Tyrosinase-Lösung keine solche Veränderung eintritt (Gortner 1911). Unter Berücksichtigung unserer früheren Feststellungen über die Besonderheiten des Sklerotisierungs- bzw. Melanisierungsprozesses könnte man daraus den Schluß ableiten, daß den für die Ausbildung der schwarzen Zeichnungselemente verantwortlichen Zellgruppen der Epidermis die Eigenschaft zukomme, neben deaminiertem Substrat, das für die gleichzeitige Sklerotisierung jener Integumentpartien sorgt, auch in erhöhtem Maße das unveränderte Substrat durch die Porenkanäle an den Oxydationsort passieren zu lassen.

Schließlich bleiben noch die Umstände zu betrachten, durch welche die in der Cuticula von außen nach innen fortschreitende Sklerotisierung, bzw. Melanisierung in der Eindringtiefe begrenzt werden. Ein

prinzipieller Unterschied zwischen Exo- und Endocuticula besteht ursprünglich nicht, worauf schon Kühnelt (1928) entschieden hingewiesen hat. Richards (1951) bezeichnet daher die innerhalb der Epicuticula liegende Partie als Procuticula, aus welcher sich dann durch Sklerotisierung und Ausfärbung der Außenlage die Exo- und Endocuticula differenzieren. Die Begrenzung der Sklerotisierung auf die äußere Zone der zu Beginn des Prozesses bereits vorhandenen Procuticula (ein großer Teil der endgültigen Endocuticula wird beim Kartoffelkäfer erst nach erfolgter Ausfärbung angelagert und zählt daher nicht zur Procuticula) ist nach Wigglesworth (1933) darauf zurückzuführen, daß das die Gerbung einleitende Substrat nur in beschränkter Menge vorhanden ist. Bezüglich der Beschränkung der Melaneinlagerung auf die Exocuticula dürfen beim Kartoffelkäfer (Stammform) wohl ähnliche Zusammenhänge angenommen werden.

Die Ausdehnung des vorerst normal verlaufenden Pigmentierungsprozesses auf das gesamte sklerotisierte Integument der schwarzen Form des Kartoffelkäfers dürfte auf eine durch Mutation als rezessives Merkmal im Erbgut festgelegte Neigung zur Überschußbildung von Sklerotin oder Melanin zurückzuführen sein. Die durch diese Überschußbildung bedingte zusätzliche Pigmentierung ist zwar wesentlich weniger intensiv als in der Exocuticula der zuerst ausgefärbten schwarzen Zeichnungselemente, dehnt sich aber auf die gesamte Tiefe der Cuticula aus, wenn auch, wie schon weiter oben beschrieben, mit abnehmender Intensität von außen nach innen. Würde sich der Sklero-

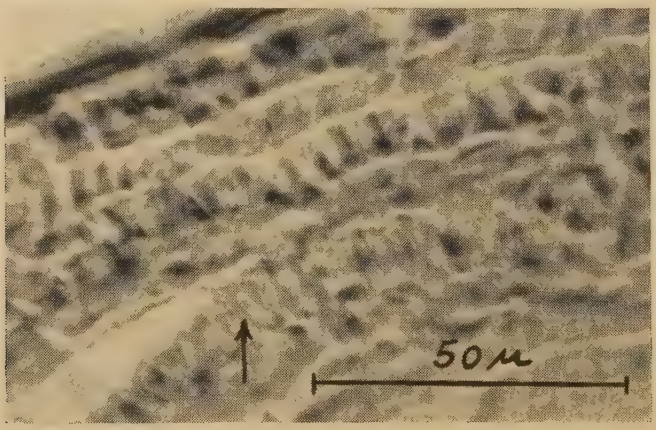


Abb. 14: Querschnitt durch die Dorsallage (Feldbereich) der Elytre eines ausgefärbten schwarzen Kartoffelkäfers (Altkäfer). Zwischen den einzelnen Balken (insbesondere der mit Pfeil gekennzeichneten Balkenlage) werden zum Unterschied vom normal gefärbten Käfer bei phasenoptischer Betrachtung infolge ihres stark lichtbrechenden Inhaltes die Porenkanäle als schwarze Schnüre sichtbar

tisierungsprozeß auf die Endocuticula ausdehnen, so müßten mehr oder weniger deutliche Veränderungen im Feinbau dieser Lage die Folge sein. Wie die vergleichende mikroskopische Untersuchung von Querschnittspräparaten der Elytren ergab, treten solche Veränderungen nicht ein. Als einzige Veränderung war beim schwarzen Kartoffelkäfer festzustellen, daß die Porenkanäle der Dorsallage in der Endocuticula (Balkenlagen) durch eine hochbrechende Substanz ausgefüllt sind, so daß sie im Phasenkontrast-Mikroskop (positiver Phasenkontrast) schwarz erscheinen (Abb. 14), während beim Käfer der Stammform unter denselben Bedingungen die Porenkanäle kaum sichtbar sind.

Mehr Wahrscheinlichkeit hat die Annahme für sich, daß beim schwarzen Kartoffelkäfer Melanin im Überschuß gebildet wird. Nach der Ausfärbung der schwarzen Zeichnungselemente in der Exocuticula dürfte der Transport des melaninbildenden Substrates an den Bildungsort nicht, wie beim Käfer der Stammform, unvermittelt abgestoppt werden, vielmehr scheint das Substrat auch die nicht unter den schwarzen Zeichnungselementen liegenden Zellgruppen der Epidermis zumindest teilweise in nicht deaminiertem Zustand zu passieren und kann daher auch in diesen Integumentpartien die Melaninbildung einleiten. Für die Annahme einer Überschußbildung von Melanin spricht die oben erwähnte Beobachtung, daß im Querschnittbild der Elytre des schwarzen Kartoffelkäfers die zuerst ausgefärbten Partien der Exocuticula inklusive der exocuticulären Kerne der Columnae, soweit diese im Streifenbereich stehen, deutliche „Schwärzezentren" darstellen, von denen die Intensität der Pigmentierung in Richtung Flügellumen kontinuierlich abnimmt (Abb. 12). Der Querschnitt durch die Elytre eines zwei Tage alten schwarzen Jungkäfers zeigt überdies, daß auch in den Feldern die zwar schwächere Pigmentierung zunächst auf die Exocuticula beschränkt bleibt und auf die gesamte Endocuticula erst zu einem späteren Zeitpunkt übergreift (Abb. 13).

Die Überlegungen über die möglichen Ursachen der völligen Schwarzfärbung des schwarzen Kartoffelkäfers dienten uns dazu, ein detailliertes Versuchsprogramm aufzustellen, durch welches die aufgeworfenen Fragen schrittweise zu klären gewesen wären. Leider konnten die geplanten Untersuchungen nicht mehr ausgeführt werden. Die mühevoll herangezogene Population schwarzer Käfer schrumpfte durch die Schwierigkeiten, welche die geringe Vitalität der ersten Entwicklungsstadien der Zucht bereitete, allmählich völlig zusammen und starb wieder aus. Die Klärung einer ersten Frage konnte noch mit wenigen Käfern in Angriff genommen werden. Das Eindringen des melaninbildenden, nicht deaminierten Substrates in die außerhalb des Bereiches der schwarzen Zeichnung gelegenen Integumentpartien könnte einerseits durch einen bedeutenden Substratüberschuß (Tyrosin) in der Hämolymphe verursacht sein, andererseits könnte beim schwarzen Kartoffelkäfer nicht nur den Zellgruppen unter der schwarzen Zeichnung, son-

dern der gesamten Epidermis die Fähigkeit fehlen, nur deaminiertes Substrat in die Cuticula passieren zu lassen. Im ersten Fall könnte durch die Hämolymphe eines frisch geschlüpften schwarzen Käfers bei einem ebenso alten Käfer der Stammform experimentell eine Schwarzfärbung verursacht werden. Durch Dekapitierung zweier solcher Käfer und Verbindung der beiden Körper durch eine kurze Glaskapillare wurde mehrmals versucht, beim Käfer der Stammform eine solche künstliche Schwarzfärbung hervorzurufen. Das Ergebnis war allerdings negativ, doch bedürfte es noch mehrerer Wiederholungen, eventuell mit veränderter Versuchsanordnung, um diesem Ergebnis Beweiskraft zusprechen zu können.

Wenn auch unsere Untersuchungen gerade in der interessantesten Phase abgebrochen werden mußten, so besteht doch die Hoffnung, daß die so interessante Frage der Pigmentierungsverhältnisse bei der schwarzen Mutante des Kartoffelkäfers gelegentlich eines neuerlichen Auftretens solcher melanistischer Formen, bzw. an anderer Stelle weiter untersucht werden kann.

Während der Fertigstellung des Manuskriptes wurde mir noch die Arbeit von Auersch (1955) über Melanismus und Nigrismus usw. beim Kartoffelkäfer bekannt. Dem Autor stand das Material des ersten Fundes schwarzer Kartoffelkäfer aus Gostau, Kreis Weissenfels (siehe Einleitung) zur Verfügung. Die in der vorliegenden Arbeit behandelten Fragen werden jedoch von Auersch nicht oder nur mit allgemeinen Überlegungen berührt, insbesondere wird diesbezüglich kein neues Tatsachenmaterial vorgelegt, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden muß.

V. Zusammenfassung

Ende Juni 1953 wurden in Merkersdorf, Bezirk Korneuburg, Niederösterreich, auf einem Kartoffelacker mehrere vollkommen schwarze Kartoffelkäfer gefunden. Mit solchen Käfern durch fünf Generationen angestellte Zucht- und Kreuzungsversuche ergaben, daß die Schwarzfärbung ein rezessiv vererbliches Merkmal ist. Schwarze Käfer waren daher in bezug auf die Färbung reinerbig. Bei Rückkreuzung (schwarz × Bastard), bzw. bei Kreuzungen Bastard × Bastard blieb die Zahl schwarzer Käfer hinter der zu erwartenden Aufspaltungsrate stark zurück. Die geringe Vitalität der ersten Entwicklungsstadien der schwarzen Form wird als Ursache für dieses Defizit angesehen. Bei den Kreuzungsversuchen ergab sich ferner, daß bei der Paarung schwarzer Weibchen die Zugehörigkeit des ersten Paarungspartners zur Stammform oder zur schwarzen Form darüber entschied, ob die gesamte Nachkommenschaft des betreffenden Weibchens aus normalgefärbten Bastarden oder aus schwarzen Käfern bestand, alle späteren Paarungen mit Partnern der anderen Form blieben wirkungslos.

Der schwarze Käfer wird näher beschrieben. Seine gesamte sklerotisierte Körperoberfläche, mit Ausnahme der Elytrenunterseite, ist glän-

zend schwarz: letztere zeigt wie beim Käfer der Stammform, jedoch etwas dunkler, die normale Streifung. Die Larven der schwarzen Käferform weisen keinerlei morphologische Besonderheiten auf. Die Ausfärbung des schwarzen Käfers vollzieht sich im Verlauf von 3 bis 4 Tagen nach anfänglicher normaler Ausbildung der schwarzen Zeichnungselemente durch Nachdunkeln der hellen Grundfarbe.

Die Färbungsbesonderheiten des schwarzen Kartoffelkäfers wurden an den Elytren untersucht. Beim Käfer der Stammform kommt die charakteristische Streifung durch Melanineinlagerung in die Exocuticula der Streifen der Dorsallage zustande. Die übrige dorsale Exocuticula ist hell bernsteinfarbig, die Endocuticula farblos. Die Bereiche zwischen den schwarzen Streifen werden als Felder bezeichnet. Ihre gelb-braune Eigenfarbe wird durch die Endocuticula der Ventrallage stark aufgehellt, welche infolge ihrer besonderen Struktur die Lichtstrahlen diffus reflektiert und daher auf der Flügelunterseite weiß erscheint. Die Elytre des schwarzen Kartoffelkäfers zeigt gegenüber jener der Stammform strukturell keine Abweichungen. Ihre dunkle Farbe entsteht durch eine diffuse, im Schnittpräparat dunkel-bernsteinfarbig erscheinende Pigmentierung der gesamten Dorsallage und der Ventrallage in den Streifen. Durch die relative Mächtigkeit der gesamten Lage erscheint die Färbung in Aufsicht so dunkel, daß die viel intensivere Pigmentierung der Exocuticula in den Streifen von der Färbung der Felder nicht mehr absticht. In gleicher Weise kommt auch im übrigen sklerotisierten Integument die Verdeckung der schwarzen Zeichnung zustande. Im Durchlicht wird jedoch die schwarze Zeichnung auf rubinrotem Grunde sichtbar.

Beim schwarzen Jungkäfer erfolgt zunächst die Schwärzung der Streifen, dann die bernsteinbraune Pigmentierung der Felder in der dorsalen Exocuticula, während die wenigen schon vorhandenen Lagen der Endocuticula noch farblos bleiben. Die Pigmentierung letzterer beginnt erst später und nimmt in Richtung zur Epidermis an Intensität ab.

Als Ursache für die Ausfärbung des gesamten Integumentes des schwarzen Kartoffelkäfers wird die erblich fixierte Neigung zur Bildung von Sklerotin oder Melanin im Überschuß angesehen. Die beiden Prozesse werden, soweit ihr Verlauf derzeit bekannt ist, miteinander verglichen. Die Melanineinlagerung in die Cuticula erfolgt offenbar stets gekoppelt mit dem Sklerotisierungsprozeß, wie überhaupt die beiden Vorgänge bezüglich des Substrates und der wirkenden Enzyme sehr vieles gemeinsam haben. Auch die Endprodukte lassen sich aus methodischen Gründen derzeit nur sehr schwer voneinander trennen. Jedoch wird der Annahme, daß beim schwarzen Kartoffelkäfer Melanin im Überschuß gebildet wird, die größere Wahrscheinlichkeit zugesprochen.

Summary

In Merkersdorf, district of Korneuburg, Lower Austria, some completely black Colorado beetles were found in a potato field at the end of June 1953. Breeding and crossing tests carried out with completely black beetles for five generations have shown that the black colour is a recessive heritable characteristic. Black beetles were therefore homozygous in regard to their colour. By back cross (black form × hybrid) resp. by crossing hybrid × hybrid the number of black beetles was behind the expected rate of segregation. The low vitality of the first stages of the black form is supposed to be the cause for this deficit. Crossing tests have shown that in regard to the whole offspring of the female it is decisive whether in copulation the first male is belonging to the striped original form or to the black form, i. e. the offspring is consisting either of normal coloured hybrids or of homozygous black beetles; all later copulations with males of the other form remained without effect.

The black beetle is described in details. The whole sclerotized surface of its body, with exception of the under side of elytra, is brilliantly black; the under side of elytra is normally striped, but a little darker than that of the beetles of the original form. The larvae of the black form do not show any morphological peculiarities. The colouring of the black beetles takes place within 3 — 4 days; after a first normal formation of the black stripes the light ground colour is darkening to black.

The peculiarities of colour of the black form were studied on the elytra. The stripening of the beetle of the original form is caused by melanin formation in the exocuticle of the stripes of dorsal layer. The other dorsal exocuticle is lightly amber coloured, the endocuticle is colourless. The spaces between the black stripes are called „fields". Their own yellow-brown colour is enlightened very much by the endocuticle of ventral layer and is reflecting diffuse the rays in consequence of their peculiar structure and they seem therefore to be white on the under side of the elytra. The elytra of the black beetle are showing no deviations from the original form in regard to structure. Their dark colour is arising from a diffuse, in cross section dark amber coloured pigmentation of the whole dorsal and ventral layer in the stripes. By the relatively great thickness of the whole layer the colour is appearing so dark in surface view that the more intensive pigmentation of the exocuticle in the stripes does not contrast with the colour of the fields. In the other sclerotized integument the covering of the black painting is taking place too in the same way. In transmitted light, however, the black painting is visible on ruby ground.

By the black young beetle at first the darkening of stripes is taking place and then the amber brown pigmentation of the fields in the dorsal exocuticle, while the few already existing layers of the endocuticle are

yet remaining colourless. The pigmentation of the lastmentioned is beginning later and is decreasing in direction of epidermis.

The heritable fixed inclination to form sclerotin or melanin in surplus is taken as the cause for the completely colouring of the whole integument of the black beetle. The two processes are compared with one another as far as their progress is known up to now. The melanin formation in the cuticle is probably taking place always in connection with process of sclerotizing, as these two processes have much common in regard to the substratum and to the effecting enzymes. It is difficult now to differentiate the final products too for methodical reasons. The supposition, however, that by the black beetle melanin is formed in surplus is taken to be of the greater probability.

Schriftenverzeichnis

Auersch, O. (1955): Melanismus, Nigrismus und Zeichnungsvariabilität der Pronota und Elytren des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) I. Wiss. Zeitschr. Univ. Halle. Math.-Nat. **5**, 145—156.

Bachthaler, G. (1954): Pflanzenschutzliche Beobachtungen auf einer Spanienfahrt. Pflanzenschutz **6**, 147—149.

Chauvin, R. (1949): Physiologie de l'Insecte. Uitgeverij Dr. W. Junk. Den Haag.

Dunn, E. (1951): Wing coloration as a means of determining the age of the Colorado beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Ann. appl. Biol. **38**, 433—434.

Faber, W. (1955): Der Wolf im Schafspelz. Der Pflanzenarzt **6**, Nr. 8, 2—3.

Fraenkel, G. (1935): A hormone causing pupation in the blowfly *Calliphora erythrocephala*. Proc. R. Soc. London, ser. B. **118**, 1—12.

Gortner, R. A. (1911): Studies on melanin. 4. The origin of the pigment and the color pattern in the elytra of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Am. Nat. **45**, 743—755.

Hackman, R. H. (1955): Chemistry of Insect cuticle. 3. Hardening and darkening of the cuticle. Biochem. J. **54**, 362—377.

Kaplaneck, P. (1955): Beobachtungen über Melanismus beim Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Berlin) **7**, 56—58.

Kapzov, S. (1911): Untersuchungen über den feineren Bau der Cuticula bei Insekten. Z. wiss. Zool. **98**, 297—337.

Kühnelt, W. (1928): Über den Bau des Insektenskelettes. Zool. Jahrb. Anat. **50**, 219—278.

Lison, L. (1936): Histochimie animale. Gauthier-Villars, Ed. Paris.

Machatschke, J. W. (1953): Zur Variabilität von *Leptinotarsa decemlineata* Say (vorläufige Mitteilung). Beitr. z. Ent. **3**, 304—311.

Pryor, M. G. M. (1940): On the hardening of the cuticle of insects. Proc. R. Soc. London, ser. B. **128**, 393—407.

Reuter, E. (1937): Elytren und Alae während der Puppen- und Käferstadien von *Calandra granaria* und *C. oryzae*. Zool. Jahrb. Anat. **62**, 449—506.

Richards, A. G. (1951): The integument of Arthropods. Univ. Minnesota Press, Minneapolis.

Sprung, F. (1932): Die Flügeldecken der *Carabidae*. Z. Morph. Ökol. Tiere **24**, 435—490.

Stegemann, F. (1930): Die Flügeldecken der *Cicindelidae*. Z. Morph. Ökol. Tiere **18**, 1—73.

Tower, W. L. (1903a): The origin and development of the wings of *Coleoptera*. Zool. Jahrb. Anat. **17**, 517—572.

Tower, W. L. (1903b): The development of the colors and color patterns of *Coleoptera* with observations upon the development of color in other order of Insects. Univ. Chicago Decenn. Publ. **10**, 31—70.

Tower, W. L. (1906a): Observations on the changes in the hypodermis and cuticula of *Coleoptera* during ecdysis. Biol. Bull. **10**, 176—192.

Tower, W. L. (1906b): An investigation of evolution in chrysomelid beetles of the genus *Leptinotarsa*. Carnegie Inst. Wash. Publ. **48**, 320 Seiten.

Tower, W. L. (1918): The mechanism of evolution in *Leptinotarsa*. Carnegie Inst. Wash. Publ. **263**, 384 Seiten.

Weber, H. (1950): Auftreten von vollkommen schwarzen Kartoffelkäfern. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst (Berlin) **4**, 154—155.

Wigglesworth, V. B. (1933): The physiolgy of the cuticle and of ecdysis in *Rhodnius prolixus (Triatomidae, Hemiptera);* with special reference to the function of the oenocytes and of the dermal glands. J. Micr. Sci. **76**, 269—318.

Wigglesworth, V. B. (1953): The Principles of Insect Physiology. 5. Aufl. Methuen & Co., Ltd., London.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien)

Über Schnecken und Schneckenbekämpfung

Von
Otto Böhm

I. Einleitung

Schnecken fanden bisher im Pflanzenschutz verhältnismäßig wenig Beachtung. Selbst in der neuen Auflage von Sorauers Handbuch der Pflanzenkrankheiten erhielten die Mollusken nur 16 Seiten Raum. Über die pflanzenschutzliche Bedeutung vieler Arten wurden wir erst in jüngster Zeit, insbesondere durch die umfangreichen Arbeiten von Frömming und Plate, unterrichtet (E. Frömming 1954, 1955a, 1955b, 1956a; E. Frömming und H.-P. Plate 1951; H.-P. Plate und E. Frömming 1953a, 1953b). Eine Zusammenstellung bisher bekannter Funde in Gewächshäusern gab ferner W. Eichler (1952) zusammen mit Boettger. Wie aus ernährungsbiologischen Untersuchungen hervorgeht, ist die von vielen Schneckenarten aufgenommene Pflanzensubstanz sehr groß (Frömming 1949, 1951a, 1951b, 1952a, 1952b). Darüber sind in der Regel auch die Landwirte und Gärtner zu ihrem Leidwesen gut informiert. Die Praxis unterscheidet ohne weitere Artenkenntnis allerdings nur zwischen Nackt- und Gehäuseschnecken. Umso überraschender ist es, daß wir bis heute noch über keine chemischen Bekämpfungsmittel verfügen, die gegen alle Schadensfälle brauchbar sind. Die oft weitgehende Unwirksamkeit der bekannten Metaldehydködermittel wurde erstmals von Frömming und Plate mit aller Deutlichkeit aufgezeigt (E. Frömming 1955c; E. Frömming und H.-P. Plate 1952, 1953; H.-P. Plate und E. Frömming 1952). Seither ist um den Wert dieser Mittel eine Art Diskussion entstanden. W. Trappmann (1952) wies das zunächst vernichtende Urteil über die Metaldehydköder zurück. Nach W. Speyer (1954) unterscheiden sich Präparate verschiedener Herkunft und Wirksamkeit stark im Polymerisationsgrad des Metaldehyd; die Köderwirkung des Metaldehyd wird im Fertigpräparat durch das verwendete Verdünnungsmittel gesteigert (Verdünnungseffekt). Die Wirksamkeit der Metaldehydpräparate gegen Schnecken setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: Aus der Anlockwirkung und aus der Giftwirkung bei Berührung oder Fraß. Die Atemgiftwirkung des Metaldehyd ist nach J. B. Cragg und M. H. Vincent (1952) unbedeutend. Nach den gleichen Autoren ist die Art der toxischen Wirkung noch unklar. Über den Mechanismus der Köderwirkung liegen noch keine Untersuchungen vor, obwohl dessen Kenntnis für die Herstellung wirksamer Bekämpfungsmittel zweifellos von großer Wichtigkeit wäre. Diese beiden Faktoren wurden bisher bei der Beurteilung der Giftwirkung der Metaldehydpräparate nur

selten klar genug getrennt, obwohl sie natürlich auch bei der besonders in den angelsächsischen Ländern oft empfohlenen Anwendung von Metaldehyd als Stäube- oder Spritzmittel (W. H. Lange und R. H. Sciaroni 1952; B. D. Moreton 1953) entscheidend mitwirken. Über den Erfolg des Zusatzes anorganischer Gifte, vor allem Arsen, zur Erhöhung der Toxizität der Köder scheinen die Meinungen geteilt. W. H. White und A. C. Davis (1953) empfehlen Metaldehydköder mit Calciumarsenat oder Natriumfluosilikat. Lange und Sciaroni raten auf Grund der geringen Sterblichkeit der Schnecken nach Metaldehydködergenuß bei kühlem Wetter oder an schattigen Orten ebenfalls Arsenzusatz, warnen jedoch wegen der fraßabschreckenden Wirkung vor zu hohen Konzentrationen. D. C. Thomas (1948) spricht sich wegen der abschreckenden Wirkung, der nur geringen Toxizitätserhöhung und der Giftigkeit für Menschen und Nutztiere gegen einen Arsenzusatz aus. Thomas hatte auch als erster auf die Notwendigkeit hingewiesen, den individuellen Geschmack der einzelnen Arten zu berücksichtigen sowie auf die Tatsache, daß besonders die unterirdischen Organe unserer Kulturpflanzen (Kartoffel, Wurzelgemüse) mit unseren bisherigen Mitteln nur schwer vor Schneckenfraß zu schützen sind. E. Frömming (1951c) war in orientierenden Vorversuchen eine unterschiedliche Wirksamkeit von Metaldehyd auf verschiedene Schneckenarten, wie auch eine unterschiedliche Resistenz verschiedener Individuen der gleichen Art aufgefallen. Plate und Frömming verschafften uns auch einigen Einblick in den Geschmackssinn und das Wahlvermögen der Schnecken, die in ihren Reaktionen zu mindestens von Art zu Art bedeutende Unterschiede aufweisen (E. Frömming 1953d; H.-P. Plate und E. Frömming 1954). Über den Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit ist bekannt, daß sich durch geringere Metaldehydkonzentrationen vergiftete Schnecken in nahezu feuchtigkeitsgesättigter Luft zu verhältnismäßig hohen Prozentsätzen wieder erholen, während sie in trockener Luft (70 bis 75 Prozent) zugrunde gehen (A. Stringer 1946). In Feldversuchen ermittelten J. Arnoux und M. Ritter (1954), daß die Aufwandmenge an reinem Metaldehydwirkstoff pro Hektar für den Erfolg wichtiger ist als seine Konzentration im Köder; es werden 5 kg/ha empfohlen. Die Bemühungen, die modernen synthetischen Insektizide gegen Schnecken einzusetzen, scheiterten an der völligen Unwirksamkeit dieser Mittel in praktisch anwendbaren Konzentrationen (E. Frömming 1950; E. Frömming und R. Riemschneider 1952; R. Riemschneider und E. Frömming 1951). Dagegen wiesen W. E. van den Bruel und T. Moens (1956) neuerdings wieder auf die Brauchbarkeit von Calciumcyanamid, einem wesentlichen Bestandteil von Kalkstickstoff, hin und empfahlen eine Aufwandmenge von 300 kg Wirkstoff/ha. Die Dauerwirkung ist größer als die von Metaldehyd; sie beträgt bei trockenem Wetter 7, bei feuchtem Wetter etwa 5 Tage.

Unter diesen Umständen erschienen eine Überprüfung der Brauchbarkeit der Metaldehydpräparate und Versuche über andere Möglichkeiten einer wirksamen Schneckenbekämpfung angezeigt. Im Rahmen dieser seit mehreren Jahren durchgeführten Untersuchungen waren wir gleichzeitig und für Österreich m. W. erstmalig bemüht, Erfahrungen über die bei uns als Hauptschädlinge auftretenden Arten zu sammeln.

II. Beobachtungen über Schadauftreten von Schnecken in Österreich in den Jahren 1952 bis 1956[1])

Die in Österreich am weitesten verbreitete schädliche Schneckenart ist die Ackerschnecke (*Deroceras agreste* [L.] s. l.). Sie verursachte Schäden an Wintergetreide und an den verschiedensten gartenbaulichen Kulturen und wurde auch häufig an verschiedenen Wildpflanzenarten angetroffen. Nähere Untersuchungen zur Unterscheidung von *D. reticulatum*

Abb. 1. Fraß von *Deroceras laeve* Müller an *Amaryllis*

[1]) Besondere Anteilnahme an unseren Untersuchungen über schädliche Schnecken nahm Herr Gartenbaudirektor Ing. K. Klein, Landwirtschaftskammer Steiermark. Wir haben dem Genannten nicht nur für die Übersendung von Material zur Determination, sondern vor allem auch für die offenherzige Bekanntgabe der Ergebnisse eigener Bekämpfungsversuche, die sich in allen grundsätzlichen Punkten mit unseren Erfahrungen decken, zu danken.

Abb. 2. Fraß junger Exemplare von *Deroceras laeve* Müller an *Salvia splendens.* Phot. O. Böhm

(O. F. Müll.) und *D. agreste* (L.) s. str. wurden bisher nicht durchgeführt. An weiteren Nacktschneckenarten wurden beobachtet:

Arion empiricorum Fér. in Gartenbaubetrieben im Freiland an verschiedenen Kulturpflanzen.

Abb. 3. Fraß von *Lehmannia marginata* (O. F. Müller) an Chrysanthemenlaub. Phot. O. Böhm

Arion subfuscus (Drap.) an verschiedenen gärtnerischen Kulturpflanzen. *Deroceras laeve* Müller in Gewächshäusern an *Achyranthes. Amaryllis* (starker Loch- und Schabefraß an den Blättern; Abb. 1). *Gerbera. Impatiens. Iresine Herbstii* und *Salvia splendens* (mittelgroßer bis großer Rand- und Lochfraß; Abb. 2). Über die Art der vorliegenden Form (C. R. Boettger 1932) ist noch nichts bekannt.

Abb. 4. Fraß von *Goniodiscus rutundatus* O. F. Müller an *Gerbera*. Phot. O. Böhm

Lehmannia marginata (O. F. Müller) in Gartenbaubetrieben im Freiland und in Gewächshäusern an den verschiedensten Kulturpflanzen; im Freiland besonders häufig an Salat, der oft von großen Mengen von Jungtieren überfallen wird, in Gewächshäusern z. B. an Chrysanthemen (Abb. 3) und *Iresine Herbstii*.

Limax flavus L. in Kellern und Lagerräumen. Die Kellerschnecke meidet nach E. Frömming (1951d) chlorophyllhaltige Nahrung und Fette. Saure Milch, die in einem landwirtschaftlich genützten Hof auf flachen Tellern als Hühnerfutter ausgebracht wurde, lockte nach einigen Beobachtungen über Nacht immer wieder große Mengen aller Altersstufen an, so daß sie der Besitzer lange Zeit als Schneckenköder benützte.

Limax maximus L. in und in der Nähe von Lagerräumen, in landwirtschaftlich genützten Höfen und in Gartenbaubetrieben an verschiedenen Kulturpflanzen.

Milax budapestensis Haz.[2]) in Gartenbaubetrieben im Freiland an verschiedenen Kulturpflanzen, insbesondere an Salat. Über das Schadauftre-

[2]) Die Determination dieser Art hat uns Herr E. Frömming, Berlin, bestätigt. Wir sind dem Genannten ferner zu Dank verpflichtet für die Überprüfung der Bestimmung des *Oxychilus draparnaldi*, für die Determination von *Zonitoides arboreus* und *Vallonia pulchella* sowie für andere wertvolle Hinweise im Rahmen anregender Korrespondenz.

ten dieser Art in Mitteleuropa hat kürzlich E. Frömming (1955e) berichtet. In England ist sie seit längerer Zeit als Pflanzenschädling vor allem unterirdisch wachsender Pflanzenteile bekannt (Anonymus 1948).

Unter den Gehäuseschnecken fielen auf:

Arianta arbustorum L. in Gartenbaubetrieben im Freiland an verschiedenen Kulturpflanzen.

Cepaea hortensis O. F. Müller im Herbst 1955 im Freiland an den Obstbäumen in einer stark verunkrauteten Spindelbuschanlage[3]). In diesem Garten waren Birnen am stärksten, in zweiter Linie und deutlich schwächer Äpfel befallen. Andere Obstarten folgten in weiterem Abstand. Besonders starken Schneckenbesatz wiesen dagegen die unter den Bäumen und in deren Umgebung stehenden, größtenteils bereits herbstlich vertrockneten Unkräuter auf. Unter diesen herrschten *Achillea millefolium*, *Arctium lappa*, *Artemisia* sp., *Astragalus* sp., *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Daucus carota*, *Medicago lupulina*, *Plantago lanceolata*, *Rumex* sp. und *Trifolium pratense* vor. Die auf den Wildpflanzen gleichzeitig in nicht unerheblicher Anzahl vorkommende *Helicella candicans* (Ziegler) L. Pfeifer dagegen blieb für die Obstbäume ohne praktische Bedeutung; desgleichen eine auf dem Gelände vorkommende Population von *Deroceras agreste* (L.) s. l., über deren Existenz auf diesem durch Grasnarbe und Unkräuter unübersichtlichen Kulturland erst die ausgelegten Metaldehydköder Aufschluß gaben (vgl. unter III). Über u. a. durch *C. hortensis* verursachte Gehäuseschneckenschäden an Obstkulturen hat in neuerer Zeit auch P. Neumann (1954, 1955) berichtet.

Goniodiscus rotundatus O. F. Müller in Gewächshäusern an *Aglaonema (Schismatoglossum)*, *Amaryllis* (Schabefraß), *Coprosma*, *Gerbera* (Abb. 4), *Iresine Herbstii*, *Myosotis oblongata*, *Myrtus communis*, *Salvia splendens* (Abb. 5) und *Tradescantia viridis*. Die Gehäuse dieser Art fielen durch die Variabilität ihrer Höhe auf. Diese Erscheinung hatte C. R. Boettger (1929a), der eine eigene Gewächshausform mit erhobenem Gehäuse und relativ engem Nabel als Standortmodifikation abstrahierte, auf Wachstum in hoher Luftfeuchtigkeit zurückgeführt. Es wurde daher die Gelegenheit benützt, ein größeres Material erwachsener Tiere verschiedener Provenienz vermessen zu können (S. H. Jaeckel 1953). Die mittlere Gewindehöhe von 14 Exemplaren aus einem Warmhaus (18 bis 23 Grad C, 80 bis 95 Prozent r. F.) betrug 0·84 mm bei Extremwerten von 0·5 und 1·3, der mittlere Wölbungsgrad 44·2 bei Extremwerten von 39·6 und 50. Die entsprechenden Werte von 40 und 41 Exemplaren aus zwei Kalthäusern (11 bis 23 Grad C, 70 bis 80 Prozent r. F. und 11 bis 20 Grad C, 90 bis 95 Prozent r. F.) betrugen 0·93 (0·5, 1·45) und

[3]) Die Kenntnis von diesem Vorkommen verdanke ich der freundlichen Mitteilung von Herrn Dr. K. Russ unseres Institutes.

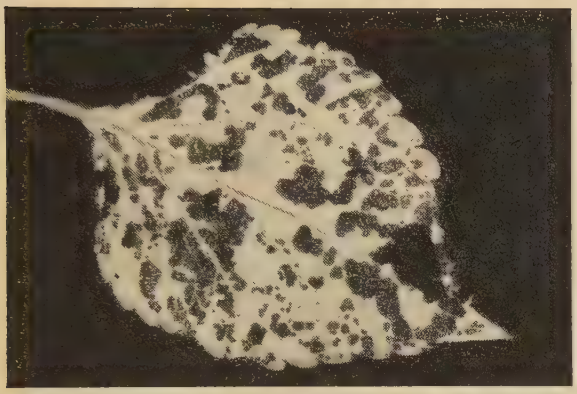


Abb. 5. Fraß von 15 Exemplaren von *Goniodiscus rotundatus* O. F. Müller verschiedenen Alters während 10 Tagen an *Salvia splendens* in Gefangenschaft in einer Petrischale. Phot. O. Böhm

45·1 (38·3, 53·1) bzw. 0·93 (0·3, 1·55) und 45·1 (38·3, 55·8). Die genannten Umweltbedingungen beschreiben die Verhältnisse für einen Zeitraum von etwa 3 bis 4 Monaten vor der Untersuchung der Schnecken. An einzelnen Gehäusen wurde auffällige Skalarität beobachtet, indem bei relativ flacher Anordnung der Umgänge 1 bis 3. Umgang 4 und 5 stufenweise erheblich tiefer rückten. Die Variabilität der Gehäusehöhe dieser Art wird u. a. auch von belgischem Material erwähnt (W. Adam 1947). Das Gewinde von Freilandfunden aus Österreich (Tirol) wurde von V. Gredler (1856) im Normalfall als „meist sehr wenig erhoben" beschrieben; Gredler erwähnt jedoch stark erhobene Gewinde als „individuelle

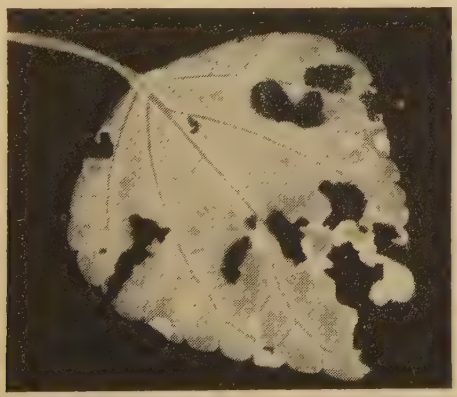


Abb. 6. Fraß eines halb erwachsenen *Oxychilus draparnaldi* Beck während 10 Tagen an *Salvia splendens*. Phot. O. Böhm

Abänderungen" sowie Skalarität an einigen Exemplaren aus Lienz als „individuelle Monstrositäten".

Helix pomatia L. im Freiland an verschiedenen gärtnerischen Kulturpflanzen.

Oxychilus cellarius (O. F. Müller) in Gartenbaubetrieben häufig, doch nie in großen Populationen.

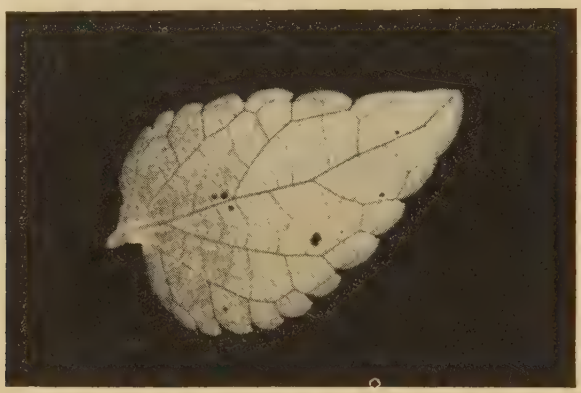


Abb. 7. Fraß von *Vallonia pulchella* O. F. Müller an *Salvia splendens.* Phot. O. Böhm

Oxychilus draparnaldi Beck in Gewächshäusern durch verhältnismäßig derben Loch- und Randfraß an *Salvia splendens* (Abb. 6) und durch Randfraß an *Amaryllis* schädlich. Meist jedoch nur in wenigen Exemplaren auftretend, so daß dem durch diese Art angerichteten Schaden kaum wirtschaftliche Bedeutung zukommt.

Abb. 8. Fraß von *Zonitoides arboreus* Say an *Salvia splendens*

Vallonia pulchella O. F. Müller, oft in größeren Mengen an Blumentöpfen sitzend, scheint jedoch nur in zweiter Linie als Grünblattfresser in Frage zu kommen. Es wurde nur verhältnismäßig selten zarter Lochfraß an *Salvia splendens* (Abb. 7) und an *Iresine Herbstii* in Gewächshäusern beobachtet.

Zonitoides arboreus Say, eine offenbar aus Amerika in Berliner Gewächshäuser eingeschleppte Art (C. R. Boettger 1929), die 1933 auch in der Schweiz festgestellt worden war (A. C. van Bruggen 1935), fand sich in Wiener Gewächshäusern an *Achyranthes*, *Impatiens* und *Salvia splendens* (Abb. 8), wo sie durch kleinen Lochfraß durch ihr Massenauftreten oft recht schädlich wurde. An *Amaryllis* schädigte sie durch Schabefraß von der Blattunterseite her, wobei zwei Drittel bis drei Viertel der Blattdicke abgehobelt wurden.

III. Bekämpfung

1. Beschreibung der Versuche

a) Freilandversuche

Versuch Nr. I: Am 6. Oktober 1932 wurden gegen Abend auf einem mit Winterroggen bebauten Feld in einem Talgrund in Bachnähe zwei handelsübliche Metaldehyd-Kleie-Ködermittel in Häufchen in einer Aufwandmenge von 200 kg/ha ausgelegt. In der folgenden Nacht fiel bei Temperaturen zwischen 10 bis 15 Grad C leichter Regen. Eine genaue Befallskontrolle am Nachmittag vor der Behandlung hatte bei verhältnismäßig starkem Fraßschaden an den ungefähr 5 cm hohen Pflanzen je Quadratmeter 12 bis 25 Exemplare von *Deroceras agreste* ergeben. Am nächsten Morgen wurden eingesammelt:

1. Auf Parzellen von je 9 qm, mit je 41 Köderhäufchen belegt, 337 (Mittel A) bzw. 273 (Mittel B) kranke oder tote Schnecken; vor dem Versuch ermittelte Befallsstärke 25 Tiere/qm.
2. Auf Parzellen von je 4 qm, mit je 30 Köderhäufchen belegt, 178 bzw. 194 kranke oder tote Schnecken; Befallsstärke vor dem Versuch wie oben.
3. Auf Parzellen von je 1 qm, mit je 20 Köderhäufchen belegt, 184 bzw. 158 kranke oder tote Schnecken; vor dem Versuch ermittelte Befallsstärke 20 Tiere/qm.
4. Auf Parzellen von je 1 qm, mit je 20 Köderhäufchen belegt, 162 bzw. 172 kranke oder tote Schnecken; vor dem Versuch ermittelte Befallsstärke 12 Tiere/qm.
5. Auf den unter 1 bis 4 genannten Parzellen neben den insgesamt 1658 durch die Köder geschädigten Tiere noch 39 gesunde Schnecken.
6. Auf unbehandelt gebliebenen Parzellen auf insgesamt 15 qm 348 lebende Schnecken, das sind 23·2 Tiere pro qm.

Versuch Nr. II: Am 6. Oktober 1952 wurden gegen Abend in einem bäuerlichen Hausgarten auf einem Salatbeet, das stark durch *Milax budapestensis* und *Deroceras agreste* befallen war, auf Parzellen von 3 qm Größe Metaldehydköder wie bei Versuch Nr. I ausgelegt. Die Kontrolle am nächsten Morgen ergab:

1. Bei Mittel A auf einer mit 32 Köderhäufchen belegten Parzelle 173 kranke oder tote und 2 gesunde *M. budapestensis* und 78 kranke oder tote *D. agreste.*
2. Bei Mittel B auf einer mit 25 Köderhäufchen belegten Parzelle 136 kranke oder tote und 1 gesunde *M. budapestensis* und 92 + 3 *D. agreste.*
3. Auf einer unbehandelt gebliebenen Parzelle 71 *M. budapestensis* und 32 *D. agreste.*

Versuch Nr. III: In einem Gartenbaubetrieb, wo seit längerer Zeit Schneckenschäden an den verschiedensten Kulturen auftraten, wurden am 5. Oktober 1952 nachmittags entlang einer naturbelassenen Hecke, die als Brutstätte der Schnecken galt, Metaldehydköder wie bei Versuch I und II ausgelegt. Bei der Kontrolle am 7. Oktober fanden sich an je 12 Ködern der Präparate A und B 41 bzw. 31 *Arianta arbustorum,* 6 bzw. 3 *Arion empiricorum,* 81 bzw. 85 *Milax budapestensis* und 77 bzw. 83 *Deroceras agreste.* Unter diesen erschienen insgesamt 3 *A. arbustorum,* 14 *M. budapestensis* und 10 *D. agreste* völlig gesund. Entlang eines einer Reihe von 12 Ködern entsprechenden unbehandelten Heckenabschnittes wurden bei der Kontrolle 20 *A. arbustorum,* 1 *A. empiricorum,* 52 *M. budapestensis* und 49 *D. agreste* gezählt.

Versuch Nr. IV: Am 11. Oktober 1953 wurden in der unter Abschnitt II beschriebenen stark verunkrauteten Spindelbuschanlage, wo einzelne Birnen bis zu 46 *Cepaea hortensis* trugen, unter stark befallenen Bäumen und Unkräutern insgesamt 48 Metaldehydköder ausgelegt. Bei einer 24 Stunden später durchgeführten Kontrolle wurden folgende Zahlen ermittelt:

Schneckenart	Anzahl der Tiere			
	An den Ködern unter den Bäumen	Auf den Bäumen bzw. auf den unter diesen wachsenden Wildpflanzen	An den Ködern unter Wildpflanzen	Auf den Wildpflanzen in der Umgebung der Köder
Cepaea hortensis	77	288	165	362
Helicella candicans	14	0	6	0
Deroceras agreste	13	0	49	0

Versuch Nr. V: Am 2. Mai 1956 wurden auf einem stark verunkrauteten Grashang eines Straßendammes auf Parzellen von 5 qm Größe gegen *Cepaea hortensis* und *Helix pomatia* je 5 Metaldehyd-Kleie-Köderhäufchen handelsüblicher Präparate ausgelegt. Gleichzeitig wurden einige Parzellen mit einem handelsüblichen Aldrinspritzmittel in doppelt starker Normalkonzentration in einer Aufwandmenge von 10.000 Liter/ha bespritzt. Eine zwei Tage später durchgeführte Erfolgskontrolle ergab:

Präparat	Anzahl der je Parzelle aufgesammelten Schnecken	
	gesund	krank oder tot
Aldrin-Spritzmittel .	7, 18, 9	0, 0, 0
Metaldehydköder A .	34, 6, 15	198, 101, 66
Metaldehydköder B .	12, 12, 8	69, 126, 269

Die verhältnismäßig geringe Dichte der ausgelegten Köder auf den Versuchsparzellen bestätigte die Erfahrung früherer Versuche, wonach die Köder nur in einem Umkreis von ½ bis maximal 1 Meter Anlockwirkung besitzen.

Versuch Nr. VI: Am 26. Juni 1956 wurde der unter V beschriebene Versuch in einem Gartenbaubetrieb gegen Jungtiere von *Lehmannia marginata* wiederholt. Das Aldrinspritzmittel wurde dabei in einer Aufwandmenge von 30.000 Liter/ha ausgebracht. Gleichzeitig wurde Metasystox, dem einige Praktiker eine gute Wirkung gegen Schnecken nachgesagt hatten, in gleicher Aufwandmenge und 0·1%iger Konzentration angewendet. Als Ergebnis resultierte eine praktisch völlige Wirkungslosigkeit der Metaldehydköder, die auch dann nicht fähig waren, die Schnecken vom Salat wegzulocken, wenn sie stark befallenen Pflanzen unmittelbar benachbart lagen. Die Spritzmittel, die mit einer Rückenspritze (ungeachtet ihrer Giftigkeit für den Menschen!) um und auf die Pflanzen gespritzt worden waren, blieben ebenfalls erfolglos. Einen Tag nach der Behandlung wurden bei Aldrin an 20 Pflanzen insgesamt 126 lebende, gesunde, dagegen keine einzige kranke oder tote Schnecke gezählt; bei Metasystox lauteten die entsprechenden Zahlen 98 : 1 (tot). Vier Tage nach der Behandlung war der Mißerfolg unverändert.

b) Versuche in Kellern und Höfen

Versuch Nr. VII: In einem Kellerraum, in dem laufend Lebensmittel aller Art gespeichert wurden, wurden am 10., 12. und 13. Oktober 1955 gegen *Limax flavus* je 22 Metaldehydköder an geeignete Stellen, wo die Schnecken besonders zahlreiche Schleimspuren hinterlassen hatten, ausgelegt. Am Morgen des 12. und 13. Oktober wurden die alten Köder jeweils nach der Kontrolle entfernt. Es wurden folgende Schneckenmengen eingesammelt: Am 11. Oktober 26 Stück, am 12. 11 Stück, am 13.

3 Stück und am 14. 9 Stück. Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen während der Versuche: 13·3 Grad C und 94 Prozent r. F.

Versuch Nr. VIII: Ein dem Versuch Nr. VII ähnliches Experiment wurde im gleichen Zeitraum in einem landwirtschaftlich genützten Hof gegen *Limax maximus* und *L. flavus* durchgeführt. Klimatische Bedingungen: 14 bis 19 Grad C, morgens 90 bis 95 Prozent r. F. An 6 Ködern, die wie bei Versuch VII gewechselt wurden, wurden eingesammelt: Am 11. Oktober 78 halberwachsene und erwachsene Schnecken, darunter 33 *L. maximus*, am 12. 58 (18), am 13. 28 (12) und am 14. 12 (1) Tiere. Am 14. Oktober begannen auf dem Versuchsgelände Bauarbeiten, wodurch Gelegenheit gegeben war, auch bisher unzugängliche Schlupfwinkel auf das Vorhandensein von Schnecken zu untersuchen. Es wurden dabei noch insgesamt 24 Schnecken verschiedenen Alters, darunter 16 *L. maximus*, gefunden.

c) Gewächshausversuche

Versuch Nr. IX: Am 11. Februar 1953 wurden in einem Warmhaus (22 Grad C, 80 bis 90 Prozent r. F.) zwischen die Blumentöpfe einer stark durch *Goniodiscus rotundatus* geschädigten Kultur von *Salvia splendens* in Abständen von 30 cm Metaldehydkleieköder in kleinen Häufchen ausgelegt. Zwei Tage nach Versuchsbeginn wurden an je 11 Ködern 7 bzw. 2, an je 11 Blumentöpfen (vorzüglich an der Bodenunterseite) 8, 7, 8 und 3 Schnecken aller Altersstufen gezählt.

Versuch Nr. X: In einem temperierten Haus (16 Grad C, 94 Prozent r. F.), in dem durch zahlenmäßig ziemlich gleich starke Populationen von *Deroceras laeve* (hauptsächlich Jungtiere!) und *Zonitoides arboreus* starke Schäden an *Salvia splendens*, *Impatiens* und *Achyranthes* auftraten, wurden am 2. Dezember 1953 je 20 Metaldehydkleieköder zwischen die Blumentöpfe in einem Abstand von 25 cm ausgelegt (A). Einem Teil der Köder wurde auf je 900 g versuchsweise Natriumsilikofluorid (B) (28·5 g) bzw. Kalkarsen (C) (74 g, zirka 70 Prozent Wirkstoffgehalt) beigemischt. Am nächsten Morgen wurden an A (32 Stöcke *Salvia splendens* und 36 Stöcke *Achyranthes*) insgesamt 2 *Z. arboreus* und 1 erwachsene *D. laeve*, an B und C (je 48 *S. splendens*) dagegen keine Schnecken gefunden. Der Besatz an den Töpfen war gegenüber dem vor Versuchsbeginn festgestellten Befall (durchschnittlich 2·3 Schnecken je Topf) unverändert. Bei einer 3 Tage nach Versuchsbeginn durchgeführten Kontrolle konnte kein besseres Ergebnis beobachtet werden.

d) Laborversuche

Versuch Nr. XI: Ein Glaskasten mit einer Bodenfläche von 0·65 qm und 0·432 cbm Rauminhalt wurde mit einer dünnen Erdschichte, 2 eingetopften Chrysanthemen und 2 schnittreifen Salatpflanzen beschickt. In dem Kasten befand sich ferner ein treppenartiges Holzgestell mit 2 Etagen. Am 12. Oktober 1953 wurden auf die Bodenfläche und die

beiden Etagen 120 *Cepaea hortensis* eingesetzt und 6 Metaldehydkleieköder ausgelegt. Am 13. Oktober fanden sich 12 Schnecken, also genau 10%, mehr oder weniger krank an den Ködern, der Rest gesund im ganzen Raum verteilt. Nun wurde die Zahl der Köderhäufchen um 3 vermehrt: gleichzeitig wurden zusätzlich 11 *Limax maximus* und 3 *L. flavus* eingesetzt. Am 14. Oktober wurden 4 + 2 kranke Nacktschnecken und nur 2 Gehäuseschnecken mehr als am Vortage bei den Ködern gefunden. Am 15. Oktober war die Situation unverändert. Die restlichen 106 Gehäuse- und 10 Nacktschnecken krochen vollkommen gesund an den Wänden und auf den Etagen des feuchtigkeitsgesättigten Raumes und an den eingesetzten Pflanzen umher.

Versuch Nr. XII: Der unter Versuch XI beschriebene Glaskasten wurde mit 2 Salatpflanzen beschickt. Am 5. Mai 1956 wurden je 50 *Helix pomatia* und *Cepaea hortensis* zusammen mit 12 Metaldehyd-Kleie-Köderhäufchen eingesetzt. Die Köder lockten innerhalb von 12 Stunden 39 *H. pomatia* und 40 *C. hortensis* an.

Versuch Nr. XIII: In den unter XI beschriebenen Glaskasten wurden am 27. Juni 1956 2 Salatpflanzen, 27 junge und halb erwachsene *Helix pomatia* und 126 junge *Lehmannia marginata* zusammen mit 6 Metaldehydködern eingesetzt. Nach 24 Stunden fanden sich an den Ködern nur 3 *H. pomatia* und 14 *L. marginata*. Der Salat dagegen war stark von Schnecken besetzt und zerfressen. 3 Tage später war der Erfolg unverändert.

Versuch Nr. XIV: Ungeölter Kalkstickstoff, praktisch zirka 50% Calciumcyanamid enthaltend, gleichmäßig in einer Aufwandmenge von 60 g/qm auf die mit feuchter Erde beschickte Bodenfläche des unter XI beschriebenen Glaskastens ausgebracht, lähmte eingesetzte Nackt- und Gehäuseschnecken fast augenblicklich und wirkte bei geöffneter Vorderwand in einigen Stunden 100% tödlich.

Versuch Nr. XV: Weitere, im Frühjahr und Sommer durchgeführte Laborversuche zeigen eindeutig die Unwirksamkeit einiger neuer synthetischer Insektizide gegen Schnecken auf. Je 5 bis 10 Schnecken (junge *Helix pomatia*, junge und erwachsene *Cepaea hortensis* und junge *Lehmannia marginata)* wurden dabei in oben mit Stoff- oder Drahtgaze verschlossenen Glasschalen von 10 cm Durchmesser gehalten. Es wurden eine 1 cm hohe Erdschichte ohne (A) und mit (B) Salatblättern als Futter oder Filterpapier (C) oder die ausgestreckt kriechenden Schnecken selbst (D) mit einem handelsüblichen Aldrin-Spritzmittel in 0·1%iger Konzentration in Aufwandmengen von 2000 und 10.000 Liter/ha und mit Metasystox 0·1%ig, 2000 Liter/ha behandelt und die Tiere hierauf eingesetzt (im Falle D auf angefeuchtetes Filterpapier). Bei den nach 1, 2 und 3 Tagen durchgeführten Kontrollen wurde bei keinem der Versuchstiere die geringste Schädigung festgestellt. Die Schnecken in den behandelten Schalen und die behandelten Tiere waren ebenso gesund wie vergleichs-

weise mit und ohne Futter auf feuchter Erde oder auf angefeuchtetem Filterpapier auf gleich engem Raum gehaltene unbehandelte Kontrolltiere in unbehandelten Zuchtschalen.

2. Besprechung der Ergebnisse

In den vorstehend beschriebenen Versuchen wurde besonderer Wert darauf gelegt, über die Größe der vorhandenen Schneckenpopulationen einigermaßen sichere Aussagen machen zu können. Die mit Metaldehyd-Kleie-Ködermitteln erzielten Erfolge waren je nach den näheren Umständen sehr unterschiedlich. Ihre Verwendung ist unrentabel gegen Gehäuseschnecken im Herbst (Versuch IV und XI), gegen kleine Gehäuseschneckenarten in Gewächshäusern (Versuch IX und X) und gegen junge Nackt- und Gehäuseschnecken (Versuch VI, X und XIII). Das wiederholte Versagen der Metaldehydköder gegen Jungschnecken, das auch durch Beobachtungen aus der Praxis bestätigt wird, steht im Gegensatz zu den Erfahrungen, die P. Münchberg (1950) an *Arion empiricorum* im Laboratorium gemacht hat. Über brauchbare Erfolge mit Metaldehyd berichten die Versuche I, II, III, V, VII, VIII und XII, wenn auch in keinem Fall und selbst nicht nach wiederholter Anwendung eine restlose Vernichtung der vorhandenen Schneckenpopulation gelang. Immerhin werden mit den Metaldehydködern vielfach Schneckenmengen angelockt, die man durch gewöhnliche Sammelaktionen nie erfassen würde (Versuch I, II, VII und VIII). Versuch III zeigt, daß die Metaldehydköder für die Schnecken durchaus nicht in allen Fällen tödlich sind. Es ist daher nötig, die von ihnen angelockten Schnecken einzusammeln und in kochendem Wasser abzutöten. Aldrin und Metasystox sind gegen Schnecken unwirksam (Versuch V, VI und XV). Die Versuche VII und VIII geben ein Bild von der Wirkung wiederholter Anwendung der Metaldehydköder. Ein nur einmaliges Auslegen dieser Köder dürfte nur in wenigen Fällen genügen. Im allgemeinen sind wohl 2 bis 3 Wiederholungen zu empfehlen. Dadurch wird jedoch die Rentabilität des Verfahrens, insbesondere auf größeren Flächen, noch mehr in Frage gestellt. Bei Versuch VIII, bei dem die vorhandenen Populationen durch einen glücklichen Zufall besonders genau abgeschätzt werden konnten, ergibt sich bei dreimaliger Anwendung der Köder in kurzen Abständen unter Einrechnung eines aus der Erfahrung zahlreicher Versuche resultierenden Beobachtungsfehlers von rund 50% und ohne Berücksichtigung eventuell vorhandener Eigelege eine Verminderung des ursprünglichen Schneckenbesatzes um zirka 75%. In Versuch XI ließ sich die Wirkung der Köder im Dauerversuch nicht steigern. An der in diesem Falle verhältnismäßig schlechten Wirkung gegen Nacktschnecken mag die hohe Luftfeuchtigkeit mitbeteiligt gewesen sein, die leicht vergifteten Schnecken eine rasche Erholung gestattete, ohne daß diese nochmals Appetit auf die Köder bekamen. Während im Versuch XII 79% einer vorhandenen Gehäuseschneckenpopulation durch die Köder erfaßt wurden, betrugen die Er-

folgszahlen im Versuch XIII nur 11% für junge Nacktschnecken und 18·5% für junge Gehäuseschnecken. Beimischung von Natriumsilikofluorid und Kalkarsen zu den Metaldehydkleieködern erhöhte deren Wirksamkeit nicht, sondern hatte im Gegenteil eher abschreckende Wirkung (Vers. X). Calciumcyanamid (Vers. XIV) hat sich gegen Schnecken auch in der Praxis bei Ganzflächenbehandlungen und besonders in Form von ½ bis 1 m breiten Schutzstreifen um wertvolle Kulturen gut bewährt. Im übrigen lassen sich gerade Schneckenschäden oft allein durch ein besseres Verständnis für die Zusammenhänge im Haushalt der Natur abwenden, indem zu Zeiten stärkerer Niederschläge oder in Lagen, die von Haus aus feucht sind, rechtzeitig Vorkehrungsmaßnahmen durch Trokkenlegen von Wassergräben und durch Anlage von Schutzstreifen aus ätzenden Stoffen getroffen werden. In den Gewächshäusern sind Schnekkenkalamitäten heute vielfach eine Folge intensiver Schädlingsbekämpfung mit Parathion-Präparaten, die den Kröten und anderen natürlichen Feinden der Schnecken den Aufenthalt in den Häusern verleiden. Auf die Nützlinge als Helfer im Kampf gegen Schnecken wies neuerdings auch E. Frömming (1956b) hin. Auch ist zu bedenken, daß die restlose Säuberung der Kulturflächen von Bestandesabfall viele primäre Moderfresser unter den Schnecken zwangsweise zur Aufnahme lebender Pflanzenteile drängt (Tischler 1955).

Zusammenfassung

Nach einem Überblick über das wichtigste neuere Schrifttum auf diesem zu Unrecht vernachlässigten Spezialgebiet der Schädlingsbekämpfung wird Näheres über einige in den letzten Jahren in Österreich schädlich gewordene Schneckenarten berichtet. Versuche zur Bekämpfung schädlicher Schnecken in Landwirtschaft und Gartenbau befaßten sich vor allem mit der Frage der Ursachen der unterschiedlichen Wirksamkeit der handelsüblichen Metaldehyd-Kleie-Ködermittel. Deren Köderwirkung reicht im allgemeinen nur ½ bis 1 Meter weit. Gegen Jungschnecken sind sie unwirksam. Unrentabel ist auch ihre Anwendung gegen Gehäuseschnecken im Herbst und gegen kleine Gehäuseschneckenarten in Gewächshäusern. Soweit es wirtschaftlich tragbar ist, sollten die Metaldehydköder in kurzen Intervallen zwei bis dreimal hintereinander angewendet werden. Die durch die Metaldehydköder angelockten Schnecken werden in vielen Fällen nicht letal geschädigt; sie müssen daher eingesammelt und vernichtet werden. Der Zusatz von Natriumsilikofluorid und Kalkarsen zu den Metaldehydködern kann nicht empfohlen werden. Aldrin und Metasystox sind gegen Schnecken unwirksam. Calciumcyanamid ist, besonders in Form von Schutzgürteln um wertvolle Kulturen gegen Zuwanderung, ein wertvolles Hilfsmittel gegen Schnecken. Es wird schließlich auf die Bedeutung vorbeugender Kulturmaßnahmen hingewiesen und an die Nützlichkeit der Schneckenfeinde erinnert.

Summary

A survey is given on the new and most important literature on this special branch of pest control hitherto neglected unjustly and then it is reported on some species of slugs and snails which had become injurious during the last years in Austria. Control experiments with injurious slugs and snails in agriculture and horticulture were carried out in order to find out the causes of the different effect of metaldehydbaits being on the market. The bait-effect is reaching only for ½—1 metre. These baits are uneffective against young animals. Unremunerative is also the application of them against snails in autumn and against little species of snails in glasshouses. Metaldehyd-baits should be applied twice or three times in short intervals of it is economically possible. Slugs and snails attracted by metaldehyd-baits are mostly not lethally injured; therefore they must be collected and killed. The admixture of natrium-silicofluoride and calcium arsenate to the baits cannot be recommended. Aldrin and Metasystox are uneffective against slugs and snails. Calcium cyanamide is a valuable product against these pests, especially used as a protection belt against invasion around valuable cultures. Finally it is pointed to the usefulness of preventive cultivation measures and to the usefulness of the natural enemies of slugs and snails.

Literaturverzeichnis

Adam, W. (1947): Revision des Mollusques de la Belgique. I. Mollusques terrestres et dulcicoles. Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. Nr. 106.

Anonymus (1948): Slugs and Snails. Minist. Agr. Fish. Advis. Leaflet 115, London.

Arnoux, J. et Ritter, M. (1954): Etude expérimentale des modalités d'application du métaldehyde contre les limaces. Meded. Landbouwhogeschool Gent **19**, 571—580.

Boettger, C. R. (1929a): Beeinflussung des Schalenbaus der Landschnecke Gonyodiscus rotundatus Müller. Biol. Cbl. **49**, 559—568.

— (1929b): Eingeschleppte Tiere in Berliner Gewächshäusern. Z. Morph. Ökol. Tiere **15**, 674—704

— (1932): Die Besiedlung neu angelegter Warmhäuser durch Tiere. Ein Beitrag zur Frage der Bildung von Gewächshausfaunen. Z. Morph. Ökol. Tiere **24**, 394—407.

Van den Bruel, W. E. und Moens, R. (1956): Une méthode de lutte efficace, utilisable en plein champ contre les Limaces. Parasitica **12**, 8—15.

Van Bruggen, A. C. (1955): Lymnaea columella Say und Zonitoides arboreus (Say) in den Gewächshäusern des Basler Botanischen Gartens (Moll., Gastr., Pulm.). Verh. Naturf. Ges. Basel **66**, 1—4.

Cragg, J. B. and Vincent, M. H. (1952): The Action of Metaldehyde on the Slug Agriolimax reticulatus (Müller). Ann. Appl. Biol. **39**, 392—406.

Eichler, W. (1952): Die Tierwelt der Gewächshäuser. Akadem. Verlagsges. Geest u. Portig K.-G. Leipzig.

Frömming, E. (1949): Quantitative Untersuchungen über den Schadfraß von Schnecken an Gartenerzeugnissen. Anz. Schädlingskde. **22**, 171—173.

— (1950): Untersuchungen über die Wirksamkeit des DDT-Präparates Duolit auf Landlungenschnecken. Anz. Schädlingskde. **23**, 57—60.

— (1951a): Quantitative und allgemein-physiologische Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme der Kellerschnecke Limax flavus L. Anz. Schädlingskde. **24**, 13—14.

— (1951b): Untersuchungen über die durch Schnecken aufgenommenen Nahrungsstoffe. Schädlingsbek. **43**, 58—59.

— (1951c): Allgemeine Betrachtungen über die Prüfung molluscizider Mittel. Anz. Schädlingskde. **24**, 26—28.

— (1951d): Ein bisher wenig beachteter Vorratsschädling, die Nacktschnecke Limax flavus L. Z. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **58**, 322—326.

— (1952a): Über die Nahrung von Limax (Heynemannia) maximus L. Anz. Schädlingskde. **25**, 41—43.

— (1952b): Neuere Erkenntnisse über unsere Nacktschnecken als Schädlinge. Angew. Bot. **26**, 94—99.

— (1954): Biologie der mitteleuropäischen Landgastropoden. Vlg. Dunker und Humblot, Berlin-München.

— (1955a): Die Rolle unserer Schnecken bei der Ausbreitung von infektiösen Pflanzenkrankheiten. I. Fäulekrankheiten bei Erntegut. Z. angew. Zool. 4. Heft, 433—439.

— (1955b): Die Rolle unserer Schnecken bei der Ausbreitung von infektiösen Pflanzenkrankheiten. II. Rost- und Brandpilze. Ges. Pflanzen **7**, 53—55 und 70—72.

— (1955c): Der heutige Stand der Landschnecken-Bekämpfung mit chemischen Mitteln. Ges. Pflanzen **7**, 261—266.

— (1955d): Beiträge zur Kenntnis der Nahrungswahl grünblattfressender Tiere. Das Alter der Blätter. Pflanzenschutzber. **14**, 79—84.

— (1955e): Ein neuer Kulturpflanzenschädling in Mitteleuropa: die Nacktschnecke Milax (Tandonia) budapestensis Hazay. Anz. Schädlingskde. **28**, 42—46.

— (1956a): Das Verhalten unserer Landlungenschnecken gegenüber einigen angebauten Nachtschattengewächsen. Pharmazeut. Ztg. **101**, (33), 912.

Frömming, E. (1956 b): Schnecken als Schädlinge im Arzneipflanzengarten. Pharmazeut. Ztg. **101** (33), 21—22.

Frömming, E. und Plate, H. P. (1951): Fraßschäden an Gewächshauspflanzen durch Schnecken. Anz. Schädlingskde. **24**, 87—88.

— (1952): Sind die Metaldehyd-Köder zuverlässige Schneckenbekämpfungsmittel? Schädlingsbek. **44**, 130—134.

— (1953): Über den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnis der Wirkung molluscizider Substanzen auf Landlungenschnecken. Mitt. Berl. Malakologen **2**, 26—30.

Frömming, E. und Riemschneider, R. (1952): Über die Wirkung von Insektiziden auf Gastropoden. Mitt. II. Anz. Schädlingskde. **25**, 186—189.

Gredler, V. (1856): Tirols Land- und Süßwasser-Conchylien. I. Die Landconchylien. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien, **6**, 25—162. Jena.

Jaeckel, S. H. (1953): Praktikum der Weichtierkunde. Vlg. G. Fischer,

Lange, W. H. jr. and Sciaroni, R. H. (1952): Metaldehyde Dusts for Control of Slugs Affecting Brussels Sprouts in Central California. J. econ. Ent. **45**, 896—897.

Moreton, B. D. (1953): Preliminary experiments with metaldehyde suspensions against slugs. Plant Pathol. **2**, 49—51.

Münchberg, P. (1950): Zur Chemie und Toxikologie des Metaldehyds als malacocide Wirksubstanz. Z. hyg. Zool. **38**, Heft 8.

Neumann, P. (1954): Gehäuse-Schnecken als Schädlinge im Obstbau. Pflanzenschutz (München) **6**, 119—121.

— (1955): Zur Schneckenplage im Garchinger Gemeindeobstgarten. Pflanzenschutz (München) **7**, 156—158.

Plate, H.-P. und Frömming, E. (1952): Quantitative Untersuchungen über die Wirksamkeit einiger Metaldehydpräparate gegenüber Landlungenschnecken. Anz. Schädlingskde. **25**, 133—136.

(1953a): Die Gastropoden der Berliner Gewächshäuser, ihre Biologie und Schadenswirkung. Mitt. Berl. Malakologen **1**, 5—36.

(1953b): Die tierischen Schädlinge unserer Gewächshauspflanzen, ihre Lebensweise und Bekämpfung. Vlg. Duncker und Humblot, Berlin.

— (1954): Über das Verhalten von Landlungenschnecken gegenüber verschiedenen Sorten der Zierpflanze Chrysanthemum indicum. Z. angew. Zool. 2. Heft, 187—195.

Riemschneider, R. und Frömming, E. (1951): Über die Wirkung von Insektiziden auf Gastropoden. Mitt. I. Anz. Schädlingskde. **24**, 106—108.

Speyer, W. (1934): Versuche mit Metaldehyd zur Nacktschneckenbekämpfung. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **6**, 134—137.

Stringer, A. (1946): A note on the action of Metaldehyde on slugs. Ann. Rep. Agr. Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol 1946, 87—88.

Thomas, D. C. (1948): The use of metaldehyde against slugs. Ann. appl. Biol. **35**, 207—227.

Tischler, W. (1955): Synökologie der Landtiere. Vlg. G. Fischer, Stuttgart.

Trappmann, W. (1952): Zur Frage der Schneckenbekämpfung. Angew. Bot. **26**, 99.

White, W. H. and Davis, A. C. (1953): Land slugs and snails and their control. Farmer's Bull. 1895, US. Deptmt. Agr. Wash. DC.

Referate

Perkow (W.): **Die Insektizide. Chemie, Wirkungsweise und Toxizität.** 384 Seiten, 16 Abbildungen auf Kunstdruck, Ganzleinen, Preis DM 28·—. Dr. Alfred Hüthig-Verlag, Heidelberg, 1956.

Die chemischen Schädlingsbekämpfungsmittel, und unter diesen insbesondere die Insektizide, haben in den letzten 20 Jahren eine sprunghafte Aufwärtsentwicklung erfahren. Die chemische Industrie hat an dieser Entwicklung maßgeblich Anteil genommen, so daß eine Darstellung der Insektizide aus der Feder eines Industrie-Chemikers des Interesses der Fachwelt von vornherein gewiß sein kann.

Der Verfasser stellte sich die Aufgabe, die Chemie, Toxikologie, Wirkungsweise und Anwendung der Insektenvertilgungsmittel darzulegen und damit einen dem heutigen Stand gerecht werdenden Überblick über dieses wirtschaftlich so bedeutende Teilgebiet der chemischen Schädlingsbekämpfung zu bieten.

Ausgehend von den wirtschaftlichen Aspekten der Schädlingsbekämpfung, die mit einigen Zahlen verdeutlicht wird, stellt Perkow im ersten allgemeinen Teil gleich ein besonders aktuelles und viel diskutiertes Problem an die Spitze seiner Ausführungen: „Gesundheitsgefährdung durch Insektizide". Was er zu diesem Problem sagt, unterscheidet sich wohltuend von den entweder bewußt tendenziösen oder unsachverständigen Darstellungen, die nicht berücksichtigen, daß — wie der Verfasser betont — „die amerikanischen Verhältnisse auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes mit denen in Europa kaum zu vergleichen sind". Die in Deutschland gebräuchliche Giftklasseneinteilung, die drei Giftgruppen unterscheidet, wurde in diesen Abschnitt ebenso aufgenommen wie die amerikanischen „Toleranzen", die die maximal zulässigen Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf Ernteprodukten festlegen. Gerade im Hinblick auf die oft unsachlichen, Beunruhigung stiftenden Stimmen gegen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel ist die Feststellung der absoluten Notwendigkeit des Gebrauches von Schädlingsbekämpfungsmitteln ebenso zu unterstreichen, wie die Tatsache, daß die wachsame Beobachtung des Toxizitätsproblems durch wissenschaftliche Institute in aller Welt weitgehend Gewähr dafür bietet, daß die Gesundheit der Bevölkerung durch Schädlingsbekämpfungsmittel, insbesondere durch Pflanzenschutzmittelrückstände auf Ernteprodukten, nicht gefährdet wird. Auch die Gefahren der Handhabung von Pflanzenschutzmitteln werden durch entsprechende Vorsichtsmaßnahmen, die Verfasser skizziert, vermieden.

Im Abschnitt „chemische und biologische Schädlingsbekämpfung" setzt sich der Autor mit dem Problem „Pflanzenschutz und Umwelt" auseinander und deutet die Möglichkeiten an, die für die biologische Schädlingsbekämpfung bestehen. Das Resistenzproblem und die Bienengefährdung durch Insektizide bilden den Inhalt der folgenden Kapitel. Der Prüfung von Insektiziden ist leider nur ein enger Raum gewidmet, obwohl gerade diese Fragen einer zusammenfassenden, ausführlichen Darstellung bedürften. Hingegen sind die gesetzlichen Bestimmungen über den Verkehr mit giftigen Pflanzenschutzmitteln und die Bienenschutzverordnungen vollinhaltlich wiedergegeben.

Der zweite Teil des Buches ist der Übersicht über die Zubereitungs- und Anwendungsformen der Insektizide gewidmet. Stäubemittel, Spritzmittel, Aerosole (Schwebstoffe, Nebel) werden unter Würdigung der physikalischen Gegebenheiten behandelt. Eine Abhandlung über Pflanzenschutzgeräte und über den Flugzeugeinsatz zur Schädlingsbekämpfung bilden den Abschluß dieses Teiles.

Der dritte Teil stellt eine Systematik der chemischen Insektizide dar. Insektizide pflanzlichen Ursprungs (Pyrethrum, Derris, Nikotin, Quassia, Anabasin, Sabadilla, Hellebore, Ryania, ungesättigte Isobutylamide), anorganische Insektizide (Arsenikalien, Fluorverbindungen), chlorierte Kohlenwasserstoffe (DDT, Methoxychlor, DFDT, DDD, HCH, chlorierte Benzolhomologe, Chlordan, Toxaphen, Heptachlor, Aldrin, Dieldrin, Isodrin, Endrin), organische, phosphorhaltige Insektizide (Phosphorsäure- und Thiophosphorsäureester, systemische Insektizide) und Insektizide für verschiedene spezielle Verwendungszwecke (Vorratsschutzmittel, Bodeninsektizide, Holzschutzmittel usw.) bilden die einzelnen Abschnitte dieser Darstellung. Entsprechend ihrer praktischen Bedeutung finden die chlorierten Kohlenwasserstoffe und die organischen, phosphorhaltigen Insektizide besonders breite Darstellung. Ausgehend von den Erklärungsversuchen der Wirkungsweise auf Grund der chemischen Konstitution, der chemischen Eigenschaften und der Elektronenkonfiguration der Moleküle, werden die wichtigsten insektiziden Repräsentanten der einzelnen Körperklassen behandelt, wobei auch neueste Entwicklungen berücksichtigt erscheinen. Von besonderem Wert sind die Angaben über die Toxikologie und die Analyse der wichtigsten Produkte.

Der vierte Teil (Anhang) umfaßt die Erklärung wichtiger Fachausdrücke, die deutsch-lateinischen Namen einiger Schadinsekten und einen allerdings sehr eingeschränkten Literaturhinweis.

Gerade im Hinblick auf die vorzügliche Behandlung der Chemie und der Wirkungsweise der Insektizide bildet die vorliegende Darstellung eine wertvolle Ergänzung unserer Pflanzenschutzmittelliteratur. F. Beran

Israilski (W. P.): **Bakterielle Pflanzenkrankheiten.** Deutscher Bauernverlag Berlin (1955), 375 S., 47 Abb.

Werden im vorliegenden Buch gelegentlich auch Ansichten vertreten, die unseren Vorstellungen nicht entsprechen (Vererbung umweltbedingter Eigenschaften), so muß seine Lektüre doch als interessant bezeichnet werden, da es einen recht erschöpfenden Überblick über die in der Sowjetunion vorkommenden Pflanzenbakteriosen vermittelt. Das Buch ist in zwei große Abschnitte gegliedert, deren erster eine Einführung in die allgemeine Bakteriologie und die verschiedenen Methoden zur Untersuchung phytopathogener Bakterien gibt, während im zweiten die Bakterienkrankheiten der einzelnen Kulturpflanzen behandelt werden. Die beigefügten Abbildungen entsprechen höheren Ansprüchen nicht. Obgleich das Gedankengut des Wissensgebietes mehr oder weniger vollständig verarbeitet wurde, scheinen nur spärliche Literaturangaben ausschließlich russischer Autoren auf. Anhangsweise finden sich in dem sonst gut verwendbaren Buch einige Tabellen, in denen die morphologischen Merkmale und chemischen Eigenschaften pflanzenpathogener Bakterien sehr übersichtlich zusammengestellt sind. G. Vukovits

Förster (K.): **Die Welt der Mikroben. Mikrobiologie von heute.** Verlag A. Ziemsen, Wittenberg, 1956. 128 Abb., Preis DM 8·—.

In diesem Büchlein wird der Versuch unternommen, einen allgemein verständlichen Überblick über das heute schon fast nicht mehr zu überschauende Gebiet der Mikrobiologie zu geben. Trotz des heterogenen Charakters der Materie kann der Versuch als voll geglückt bezeichnet werden. In ungemein fesselndem Stil wird dem Leser die Bedeutung der Mikroben in verschiedensten Belangen des Lebens, in der Medizin, der Technik und der Nahrungsmittelindustrie geschildert. Die zahlreichen Abbildungen ergänzen den Text auf das allerbeste, so daß jeder gebildete Laie eine gute Vorstellung von den Aufgaben und der Bedeutung dieses

Wissenszweiges erhält. Ausgehend von den Grundbegriffen der Mikrobiologie läßt der Verfasser den Leser in historischer Sicht die Entwicklung dieser Wissenschaft bis zu ihrem heutigen Stande miterleben. Ausblicke auf die Zukunftsaufgaben der Mikrobiologie, die in vieler Hinsicht nachdenklich stimmen, runden das farbige Bild von den unendlich vielseitigen Beziehungen der Kleinstlebewesen mit ihrer Umwelt und ihrer Bedeutung für den Menschen ab. Die Lektüre dieses ausgezeichneten Buches wird sicherlich jedem naturwissenschaftlich interessierten Leser viel Freude bereiten und manche Anregung geben. G. Vukovits

Rüther (H.) und Specht (G.): **Feldversuche in der Landwirtschaftlichen Praxis.** Akademie-Verlag Berlin, 1956, 76 Seiten, 7 Abb., Preis DM 3·—.

Wie schon in der Einleitung betont, wendet sich das Büchlein an einen größeren Kreis von Personen, die als Versuchsansteller im Bereich der Landwirtschaft tätig sind. In gut gegliederter Darstellung werden die Voraussetzungen der Versuchsdurchführung, die Anlage von Feldversuchen nach verschiedenen einfachen Anlagemethoden, Anbau, Pflege und Aberntung der Kulturen und Protokollführung behandelt. Auch die Verrechnung und statistische Charakterisierung der Versuche wird an Hand von Beispielen (Blockanlage, lateinisches Quadrat, lateinisches Rechteck und Versuchsanlage nach Lindhard) gezeigt. Insgesamt kann das schmale Bändchen als Einführung in die Versuchstechnik durchaus positiv bewertet und empfohlen werden. H. Wenzl

Hellwig (W.): **Das Leben der Pflanze I.** Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen-Verlag, Wittenberg. 56 S., 1956.

Das Büchlein vermittelt einen allgemein verständlichen, kurz gefaßten Überblick über wichtige Fragen des pflanzlichen Stoffwechsels. An Hand einfacher Beispiele und zahlreicher Abbildungen werden der Bau- und Betriebsstoffwechsel der Pflanzen, sowie der Kreislauf der Stoffe besprochen. Die beiden letzten Kapitel sind der Symbiose und den Insektivoren gewidmet. Für Liebhaber und Laien geschrieben, wird das Büchlein sicherlich seinen Zweck erfüllen. G. Vukovits

Smith (K. M.): **A textbook of plant virus diseases. (Ein Leitfaden der pflanzlichen Viruskrankheiten.)** J. & A. Churchill Ltd. London 1957, 2. Aufl., 652 S., 94 Abb.

Die Zahl der in den letzten Jahrzehnten beschriebenen Pflanzenvirosen hat derart zugenommen, daß nur mehr ausgesprochene Spezialisten einen Allgemeinüberblick über diese so wichtige Disziplin der Phytopathologie bewahren konnten. Wie fast überall in der Wissenschaft ließ diese Entwicklung alsbald die Zusammenfassung des verstreuten Schrifttums als wünschenswert erscheinen. Auch K. M. Smith, international bekannter Fachmann auf dem Gebiet der Pflanzenvirosen, hat mit dem vorliegenden Leitfaden der pflanzlichen Viruskrankheiten den Versuch unternommen, ein derartiges Sammelwerk zu schaffen, das vor allem dem nicht ausschließlich virologisch orientiertem Phytopathologen von größtem Nutzen sein wird. Seine nunmehr erschienene zweite Auflage enthält alle bisher beschriebenen Virusarten der Pflanzen. Dem Charakter als Nachschlagwerk entsprechend ist der Text möglichst knapp gehalten. Besonders praktisch ist für den Benützer die Gliederung des Buches. Die einzelnen Virusarten sind darin alphabetisch unter Verwendung der gebräuchlichen englischen Bezeichnungen geordnet. Da auch sämtliche Synonyme angeführt werden, macht das Auffinden einer bestimmten Virusart keinerlei Schwierigkeiten. Außer der Symptombeschreibung werden, soweit bekannt, die Überträger, die zur Identifizierung erforderlichen Daten (ther-

maler Tötungspunkt, Verdünnungsendpunkt, Lebensdauer in vitro), die Wirtspflanzen, geographische Verbreitung, Bekämpfungsmöglichkeiten, und die durch das jeweilige Virus an den verschiedenen Kulturpflanzen ausgelösten Erkrankungen angegeben. Die zur Illustration des Buches verwendeten Schwarzweißbilder sind brauchbar. Besonders erwähnenswert ist der reichhaltige bibliographische Abschnitt, der dieses für jeden Phytopathologen unentbehrliche Nachschlagwerk beschließt.

G. Vukovits

Wain (R. L.) und Wightman (F.) (Herausgeber): **The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances. (Chemie und Wirkungsweise pflanzlicher Wuchsstoffe.)** Proceedings of a Symposium held at Wye College (University of London) July 1955. London, Butterworths Scientific Publications, 1956. VI und 312 Seiten, Oktav, mit 43 Tabellen und 190 Abbildungen, Gln. öS 242·—.

Zur zweiten internationalen Konferenz über pflanzliche Wuchsstoffe (die erste fand 1953 in Lund/Schweden am Institut von H. Burström statt) waren in Wye/England 1955 insgesamt 64 auf Wuchsstoffe spezialisierte Forscher aus Kanada, Deutschland, Großbritannien, Holland Norwegen, Österreich, Schweden und USA eingeladen, welche zu drei speziellen Themen Stellung nahmen: zur Frage der natürlich vorkommenden Auxine, zu den Zusammenhängen zwischen chemischer Konstitution von Zellstreckungswuchsstoffen und ihrer physiologischen Wirkung und zum Stoffwechsel und Wirkungsmechanismus dieser Stoffe. Es ist zu begrüßen, daß diesmal eine Publikation der interessanten Vorträge (leider ohne die oft recht interessanten Diskussionsbeiträge!) erfolgen konnte, die eine große Summe äußerst interessanten Tatsachenmaterials umfassen und ein lebendiges Bild des gegenwärtigen Standes der Wuchsstoff-Forschung vermitteln. Der Beitrag von J. P. Nitsch über Methoden zur Untersuchung natürlicher Wuchs- und Hemmstoffe berichtet über den Einsatz der Papierchromatographie für die Bestimmung indolartiger Wuchsstoffe (Indol-3-essigsäure, Indol-3-acetonitril, Indol-3-essigsäure-Aethylester), ein Beitrag von P. M. Cartwright, J. T. Sykes und R. L. Wain über die Verteilung von Wuchs- und Hemmstoffen in Keimpflanzen. J. A. Bentley, S. Housley und G. Britton befaßten sich mit den Auxin-Vorstufen in Blättern. Wurzeln und Samen (ebenfalls mit papierchromatographischer Methodik) und H. Söding und E. Raadts untersuchten mit analoger Methode die Wuchs- und Hemmstoffe der Haferkoleoptile. A. J. Vlitos berichtete über Indolkörper aus lichtinduzierten Pflanzen und S. A. Gordon über die Biogenese der indolartigen Wuchsstoffe aus dem Tryptophanstoffwechsel. P. Larsen wies einige theoretische und technische Probleme der Untersuchung der geotropischen Wurzelreaktionen auf und zeigte, daß das Verhalten der Wurzel durch überoptimale Wuchsstoffversorgung erklärbar sein könnte. Zu der Frage nach den Zusammenhängen von Konstitution und Wirkung berichteten B. Åberg, H. Burström und B. Hansen, H. Veldstra und H. Linser, wobei die beiden letzteren die besondere Bedeutung der räumlichen Form der Moleküle für ihre Wirksamkeit nachweisen konnten. Linser wies darauf hin, daß chemische sehr verschiedenartige Wuchs- und Hemmstoffe analogen räumlichen Bau besitzen und auch maßstäblich in analoge „Lücken" des bewirkten Systems passen. Über die mathematische Behandlung damit zusammenhängender Probleme berichtet K. Kaindl, während F. C. Steward und E. M. Shantz über die Beeinflussung pflanzlicher Gewebekulturen durch synthetische Wuchsstoffe verschiedener Konstitution interessante Angaben bringen. Über den Abbau der Seitenketten verschiedener Phenoxy-Säuren, -Amide und

-Nitrile zeigten an Hand von Erbsentestergebnissen C. H. Fawcett, H. F. Taylor, R. L. Wain und F. Wightman neuerdings, daß nur die geradzahligen Seiten in der Pflanze zu wirksamen Produkten abgebaut werden. L. C. Luckwill und D. Woodcock untersuchten Naphthoxy-derivate mit verschieden langen Seitenketten und verschiedenartiger Chlorsubstitution an den Ringen, wobei sich die Positionen 1, 4 und 5 als wichtig für die Wirksamkeit erwiesen, da diese nicht durch Cl blockiert werden dürfen. J. v. Overbeek stellt die Beziehung zwischen Intrabilität und Wirksamkeit in den Mittelpunkt seiner Betrachtung und fand bei Maleimiden und Phosphinoxyden, daß ein Lipoid radikal vorhanden sein muß, das die Intrabilität sichert, um Wirksamkeit zu ermöglichen, wobei einfache aliphatische Ketten dies bewirken können. Über die Untersuchung optischer Isomeren einiger synthetischer Wuchsstoffe berichten J. M. F. Leaper und J. R. Bishop, über stoffwechselphysiologische Wirkungen der Indol-3-essigsäure bei pflanzlichen Zellen A. W. Galston. Eine chromatographische Untersuchung der Wuchsstoffe mit synthetischen Wuchsstoffen behandelter Pflanzen führten C. H. Fawcett, R. L. Wain und F. Wightman durch, auch L. J. Audus und R. Thresh berichten über Versuche ähnlicher Art. Untersuchungen über Beziehungen zwischen der Aufnahme von 2,4-D, dem Wachstum und der Ionenaufnahme bei *Lemna minor* führten. G. E. Blackman, über Auxin-induzierte Wasseraufnahme J. Bonner, L. Ordin und R. Clemand durch. Zu einer Auxin-Coenzym A-Hypothese brachten A. C. Leopold und C. A. Price Ergebnisse über die Beeinflussung der Sulfhydrylreste durch Wuchsstoffe bzw. Wuchsstoffbehandlung der Pflanzen und T. A. Bennett-Clark stellten eine vorläufige Hypothese über Salzspeicherung und Auxin-Wirkungsmechanismus zur Diskussion. Abschließend äußern sich J. Bonner, R. J. Foster sowie T. A. Bennett-Clark mit kinetischen Überlegungen zum auxininduzierten Wachstum. Der durch das Symposium gebotene Überblick zeigt, daß in der Wuchsstoff-Forschung noch alles im Fluß ist und daß dieses mit jedem Schritt sich komplizierter entwickelnde Arbeitsgebiet das größte Interesse jedes physiologisch-chemisch Interessierten verdient. H. Linser

Dubenko (S. S.): **Kampf den Feldmäusen.** (Orig. russ.) „Ackerbau" 1953, **1**, 111—112. Ref. nach Referatjourn. Biologie d. Akad. d. Wiss. d. UdSSR. — Inst. f. wiss. Inf. **1**, 162.

Es wurde eine neue Bekämpfungsmethode gegen die Feldmäuse *(Microtus arvalis Selv.)* ausgearbeitet. Ein pulverförmiges Gift — Arseniat oder Kalkarsenit — wird mit Hilfe eines Sackstäubegerätes in die Mäuselöcher eingebracht. Sind pro m² etwa 3 bis 4 Löcher vorhanden, braucht man pro Hektar 6 bis 8 kg Gift. Man soll an klaren, trockenen Tagen arbeiten, da bei feuchtem, regnerischem Wetter die toxische Wirkung der Stoffe geringer ist. Bei einer einmaligen Durchstäubung der Löcher werden mindestens 90% der Mäuse vernichtet, doch muß wegen der starken Vermehrung dieser Tiere die Behandlung wiederholt werden. Bei starkem Mäuseauftreten auf Feldern mehrjähriger Gräser muß man die Bekämpfung im zeitlichen Frühjahr, nach dem ersten Schnitt und im Herbst vor dem Einziehen der Pflanzen durchführen.

Mit diesem Sackzerstäuber kann eine Person an einem Tag etwa 1 bis 1½ Hektar bewältigen. G. Glaeser

PFLANZENSCHUTZMITTEL

ALDREX Streu-, Stäubemittel und Emulsion
(AMTL. PFL. REG. NR. 393 UND 491)

gegen Bodenschädlinge, wie Engerlinge, Drahtwürmer, Maulwurfsgrillen, Erdraupen

und gegen Zwiebelfliegen, Kohlfliegen, Rübenrüsselkäfer und Rübenaaskäfer

ARDAP D
(AMTL. PFL. REG. NR. 574)

gegen Rapsglanz- und Kartoffelkäfer

DYTROL FF
(AMTL. PFL. REG. NR. 498)

Winterspritzmittel im Obstbau

UNKRAUTVERNICHTER W
(AMTL. PFL. REG. NR. 667)

vernichtet ein- und zweikeimblättrige Unkräuter in Karotten- und Petersiliekulturen

Auskünfte durch: SHELL AUSTRIA AKTIENGESELLSCHAFT
WIEN I., SCHUBERTRING 14

AGRONEX
AGRONEX PLUS
CELATOX
DITHANE Z 78
GAMMA STREUNEX
INEXIT SUSPENSION
INEXIT STAUB
INEXIT 53 EMULSION
INEXIT 53 SUSPENSION
INEXIT 53 STAUB
MALATHION SPRITZPULVER
NEXA FOG FORST
TORMONA 100

„Epro" PFLANZENSCHUTZ
IM
FELDBAU
OBSTBAU
GARTENBAU
FORST
sichert
den Ertrag

„EPRO"
Pflanzenschutz- und chemische Produktion
Gesellschaft m. b. H.
Wien I., Neuer Markt 1, Tel. 52 12 40-45

FARBTAFELN
BROSCHÜREN
FLUGBLÄTTER
DIAPOSITIVSERIEN

Benützet
das
Aufklärungsmaterial
der
BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ
WIEN, 2. BEZIRK, TRUNNERSTRASSE 5, TELEPHON 55 36 47

CHEMISCHE WERKE ALBERT, Wiesbaden
Gegründet 1858
COLLAVIN - Rotkupferspritzmittel, auch gegen Rebenperonospora anerkannt
KUPFERKALK ALBERT - Grünkupferspritzmittel
SUPERTARSOL - Reingammastreumittel mit Superphosphat, 150 bis 200 kg/ha gegen Engerlinge
KOMBI - ALBERTAN - Universaltrockenbeize mit **DIELDRIN** als Drahtwurmschutz
DYNAMAL - Universaltrockenbeize mit Bor, Kupfer, Mangan gegen Spurenelementmangel
MANGANDÜNGER ALBERT — gegen Manganmangel b. Hafer, Kartoffel etc.
KUPFERKOBALTDÜNGER ALBERT — gegen Heidemoorkrankheit, Weißsucht bei Hafer sowie Lecksucht und Bluterkrankheit beim Tier
SPEZIALDÜNGER ALBERT für Garten-, Obst- und Weinbau
POLYNÄHRSALZE zur Flüssig- und Verregnungsdüngung
Vertretung:
HANS-GEORG RADVANYI
Wien IV., Wohllebengasse 17

Erfolgreicher Pflanzenschutz
durch
Pflanzenschutzmittel
HOECHST
Beratung bei
VEDEPHA — WIEN
VII., Lindengasse 55, Tel. 44 96 66

Die Marke des Vertrauens
Avenarius
Österreichs älteste Pflanzenschutzmittelfabrik
Qualitätserzeugnisse zum Schutz der Kulturen in
Land- und Forstwirtschaft
Wien I., Burgring 1
Telephon 34 63 95/96

Wir empfehlen gegen Apfelmehltau und Schorf unser altbewährtes Sommerspritzmittel: **Baumol**

weiters unsere Baum**pflege**mittel:

Baumwundenteer, Raupenleim, Baumsalbe, Veredlungswachs

für die Vegetationsruhe:

Petrisan (3 %)
Doppelkarbosan forte (6 %)
Sanjosan (0·6 %)
Schwefelkalkbrühe (15 %)

und unsere **Wildverbiß**mittel:

Nikal, Wildverbißsalbe

Hans TAGGER & Co.
Graz, Puchstraße 17

Maschinen- und Metallwarenfabrik

VIKTOR JESSERNIGG & URBAN

Stockerau bei Wien, Schießstattgasse 47

Telephon 34 und 354 Telegrammadresse: Jessur

Lizenzbau der SOLO-Motor-Sprüh-, Stäube- und Naßstäubegeräte von der Firma Kleinmotoren G. m. b. H., Stuttgart-Maichingen

Alle Arten moderner Schädlingsbekämpfungsgeräte im Wein-, Obst-, Feld- und Gartenbau.

Mechanische und hydraulische Wein- und Obstpressen in jeder Größe. WILLMES-PRESSER. Maische-Vorentsafter und Maischepumpen. Elektro-Weinpumpen und Armaturen.

Branntwein-Brennapparate und Kupferwaren.

PFLANZENSCHUTZMITTEL

für die Landwirtschaft,
für den Obst- und Gemüsebau,
wie Saatschutzmittel, Streumittel,
Stäube- und Spritzmittel

Hortex

AKTUAN

AGRICHEM GESELLSCHAFT M.B.H.

LINZ, ST. PETER 224

WIEN I., DR. KARL LUEGER-RING 14

Kupferfreies
Pilzbekämpfungsmittel
im

OBST-, WEIN-, FELD- und GEMÜSEBAU

gegen

OBSTSCHORF, PERONOSPORA, ROTEN BRENNER, KRAUT- UND KNOLLENFÄULE, ROST- UND BLATTFLECKENKRANKHEITEN

KARATHANE gegen Echten Mehltau im Obstbau, Weinbau, Gemüsebau

KELTHANE gegen Rote Spinne und andere Spinnmilben

STICKSTOFFWERKE
LINZ
VERNICHTE
DAS UNKRAUT
mit
DICOPUR · DICOPUR M · LIGNOPUR F

Erste österreichische HCH-Präparate

Pflanzenschutzmittel

HERBIZIDE

CIT Fabrik chem. techn. Produkte, Graz-Gösting.

IM OBSTBAU

Gegen Blattläuse
Rote Spinne
Obstmade

Gegen Schorf u. a.
Pilzkrankheiten

Gegen Obstmade, Apfelblütenstecher und fressende Schädlinge

IM FELDBAU

Gegen Kartoffelkäfer

Zur Saatgutbeizung

Gegen Engerlinge und Drahtwürmer

IM WEINBAU

STRATILON gegen Heu- und Sauerwurm
TOP Netzschwefel gegen Oidium und Kräuselkrankheit
A-TETRABAR gegen Kräuselkrankheit

Verlangen Sie bitte ausführliches Prospektmaterial

Auskunft und Beratung kostenlos durch

Pflanzenschutzstelle Kwizda **Wien I.,**

Dr. Karl Lueger-Ring 6, Telephon 63 46 01 bis 04

Ernten in Gefahr!
»Bayer« Pflanzenschutz hilft

Seit über fünfzig Jahren bewährt,
in allen Bundesländern begehrt

BRIXLEGGER KUPFERVITRIOL

Das österreichische Erzeugnis
amtliches Pflanzenschutzmittel-Register Nr. 83

Reinste, fein oder grob kristallisierte Ware

Gegen pilzliche Krankheitserreger im Feld-, Obst-, Wein- und Gartenbau

Zur sachgemäßen Bereitung besonders wirksamer Spritzbrühen gegen Peronosporabefall und bei Rotbrennergefahr im Weinbau

Gegen Kraut- und Knollenfäule zur Ertragssteigerung im Kartoffelbau

Als unentbehrlicher Mikronährstoff zur Wachstumförderung und Bodenverbesserung im Haferbau auf moorigen Böden

MONTANWERKE BRIXLEGG GESELLSCHAFT M. B. H.
BRIXLEGG IN TIROL TELEPHON 551 FERNSCHREIBER 05/436

Die Lagerhausgenossenschaften

sehen ihre vornehmlichste Aufgabe darin, ihren Mitgliedern zu höheren Betriebserfolgen zu verhelfen.

Die genossenschaftlichen Schädlingsbekämpfungsstationen, die allen Lagerhäusern in Niederösterreich angeschlossen wurden, sind auf das Ziel, **produktionssteigernd und qualitätsverbessernd** zu wirken, ausgerichtet.

Im Feld- und Obstbau stehen die modernsten und leistungsfähigsten Schädlingsbekämpfungsgeräte und -maschinen zur Verfügung. Für die Weinbauern wurden **genossenschaftliche Spritzbrühe-Anlagen,** die ihnen viel Zeit und Geld ersparen, errichtet.

Genossenschaftliche Fachkräfte, die in der Bundesanstalt für Pflanzenschutz jeweils geschult werden, beraten, und helfen den Landwirten bei ihrer schweren Arbeit auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes.

Pflanzenschutz
ist Schutz unseres täglichen Brotes!

Pflanzenschutzarbeit
ist Kampf gegen Hunger und Not!

Die Landwirte wenden sich an ihre genossenschaftlichen Einrichtungen bei der Bekämpfung von Schädlingen und Krankheiten im Feld-, Obst- und Weinbau.

Verband
ländlicher Genossenschaften in Niederösterreich

registrierte Genossenschaft mit beschränkter Haftung

Wien I., Seilergasse 6 Telefon 52 36 46 Serie

Eigentümer, Verleger und Herausgeber: Bundesanstalt für Pflanzenschutz, verantwortlicher Redakteur: Dr. Ferdinand Beran, beide Wien 2., Trunnerstraße 5. Druck: Raiffeisendruckerei, Wien 18., Theresiengasse 58